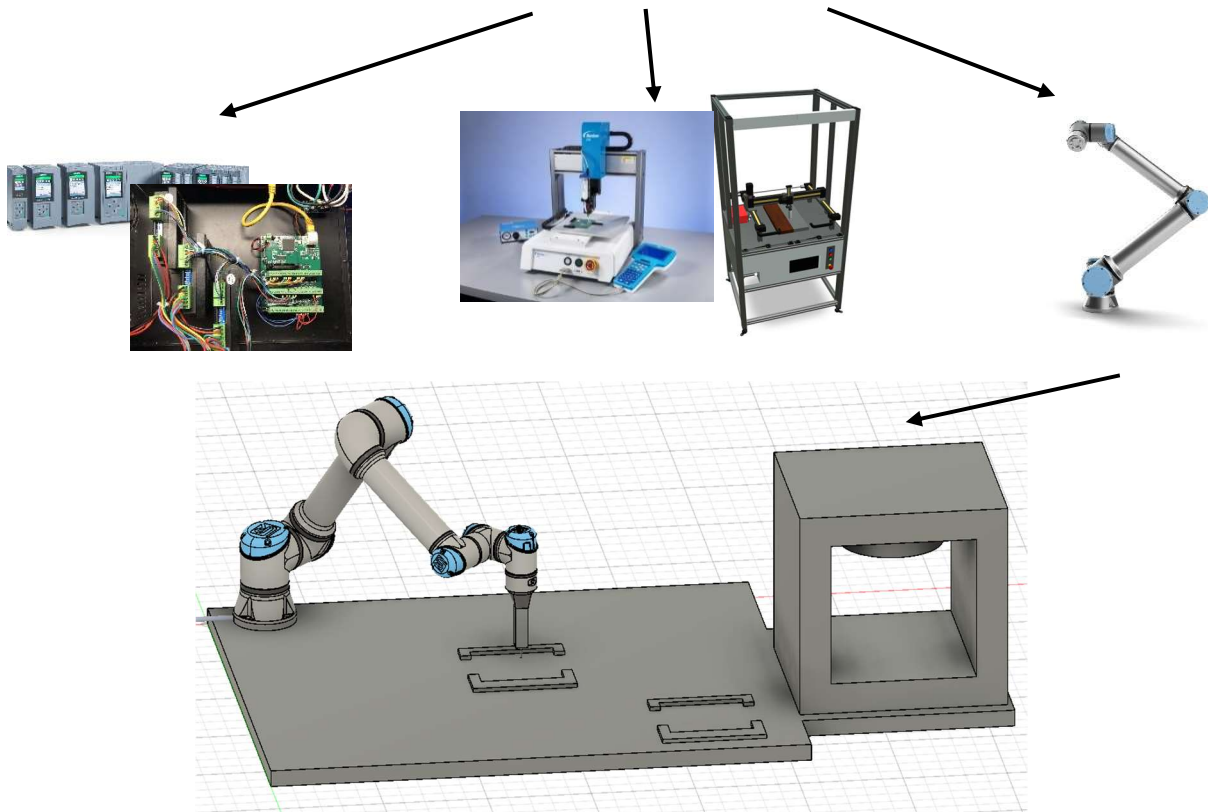
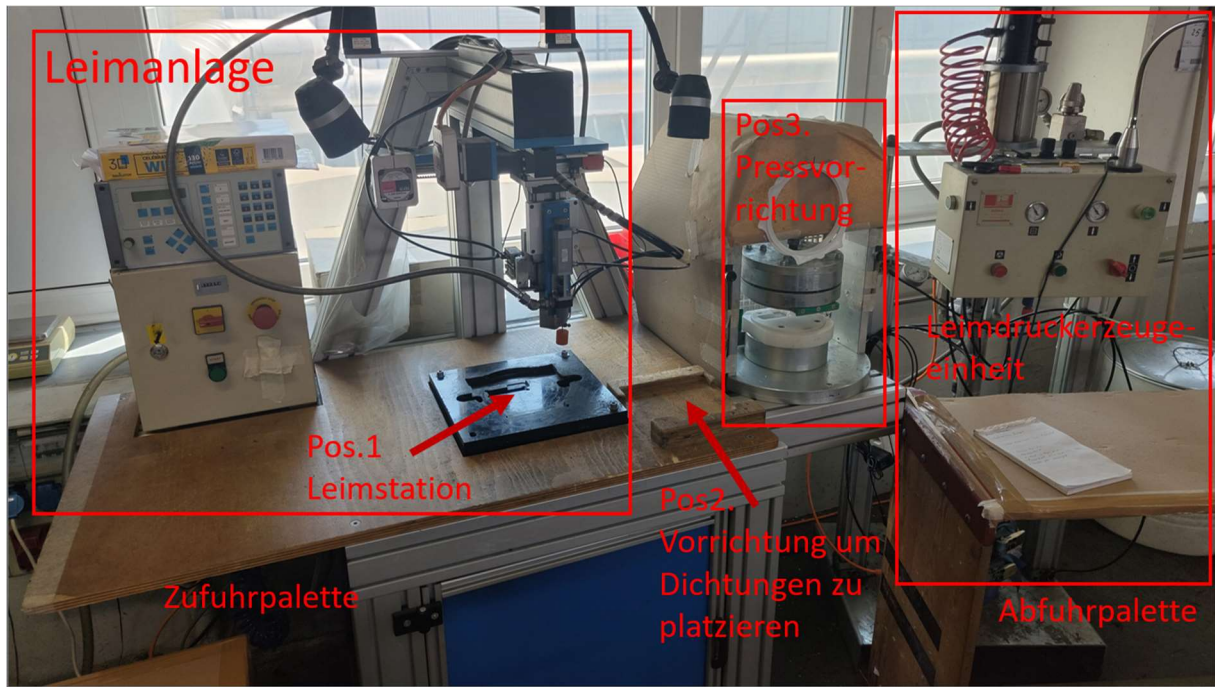


# ANLAGEKONZEPTION



TEKO

Jan Jeiziner

Dipl. Elektrotechniker HF

2023

1. Inhalt

1.	Inhalt.....	1
2.	Management Summary.....	2
3.	Lebenslauf .....	3
4.	Qualifikationsprofil .....	3
5.	Aufgabenstellung / Pflichtenheft / Zieldefinition .....	4
5.1.	Aufgabestellung .....	4
5.2.	Pflichtenheft .....	4
5.3.	Zieldefinition.....	4
6.	Terminplan SOLL/IST.....	5
7.	Lösungsweg .....	7
7.1.	Ablauf des Projekts.....	7
7.2.	Erarbeitung der einzelnen Varianten.....	7
7.3.	Evaluierung .....	7
7.4.	Risikobeurteilung.....	8
7.5.	Beschreibung des Endprodukts .....	8
7.6.	Methodik .....	8
8.	Reflexion .....	10
9.	Verdankungen.....	10
10.	Eigenständigkeits-Erklärung .....	10
11.	Quellenangaben und Literaturverzeichnis .....	11
11.1.	Verwendete Normen und Richtlinien.....	11
11.2.	Verwendete Vorlagen.....	11
11.3.	Abbildungsverzeichnis .....	11
11.4.	Anhang.....	11

## 2. Management Summary

### Problemstellung

Bei der Müller AG Packaging ist eine Produktionsanlage im Einsatz, welche zur gleichmässigen Verteilung von Silikon auf einem Deckel eines Spezialgebundes eingesetzt wird. Die Anlage wird nur für ein bestimmtes Produkt verwendet und ist nicht das ganze Jahr in Betrieb. Die Steuerung der Anlage weist vermehrt Ausfälle und Störungen auf, die schwierig zu beheben sind. Die Anlage ist veraltet und weist auch Sicherheitsmängel auf, welche zu Verletzungen führen könnten. Da der Unterhaltsaufwand immer grösser wird und die Stückzahl tendenziell steigend ist, soll nun eine neue Lösung für diesen Arbeitsschritt gesucht werden.

### Zielsetzung

- Erstellung eines **Anforderungskatalogs** für die Neukonzeptionierung des Arbeitsschrittes. Dabei sollen die Anforderungen für folgende drei Herangehensweisen erarbeitet werden.
- Definition von **Bewertungskriterien** zur Auswahl der besten Option.
- Ausarbeitung eines **Umsetzungskonzepts** sowie Erstellung einer **Risikobeurteilung** der ausgewählten Option

### Lösungsweg

Der Lösungsweg bestand aus verschiedenen Phasen. In einer ersten Phase wurde eine detaillierte Beschreibung der aktuellen Anlage angefertigt, mit Auflistung der Probleme. Anschliessend erfolgte die Dokumentation der möglichen Lösungsvarianten. Diese Varianten präsentierte ich dem Technik-Team der Müller AG. Auf Grundlage dieser Präsentation fiel der Entscheid für die Variante "Kollaborativ-Roboter". Im letzten Schritt der Diplomarbeit wurde die evaluierte Variante grob ausgearbeitet und dazu eine Risikobeurteilung erstellt. Die einzelnen Phasen lassen sich wie folgt darstellen:



Abbildung 1: Projektphasen (eigene Darstellung)

### Ergebnis & nächste Schritte

Als Ergebnis dieser Arbeit wurde die Variante "Kollaborativ-Roboter" bestimmt. Bei dieser Variante überzeugt insbesondere die Flexibilität der Anlage und ist für die Müller AG ein wichtiger Meilenstein zur Industrie 4.0. Zu dieser Variante wurde anschliessend eine erst Risikobeurteilung gemäss ISO 12100 durchgeführt. Diese ist die Grundlage für die Anweisungsliste für eine sicher Konstruktion und Programmierung der Anlage.

In einem nächsten Schritt kann nun die Konstruktion betriebsintern umgesetzt werden. Diese muss dann einen erneuten Risikobeurteilungsprozess durchlaufen. Nach Abschluss der inhärent sicheren Konstruktion kann mit dem Bau der Anlage gestartet werden.

### 3. Lebenslauf

Folgend eine kurze Zusammenstellung meiner beruflichen Laufbahn:

Zeitraum	Tätigkeit
2015-2019	Lehre als Polymechniker EFZ bei Müller AG Packaging
2019	Robotik Kurs in der Berufsfachschule
2019-2020	Militär
2020-heute	Elektrotechnik HF an der TEK0
2020-2023	Anstellung als Polymechniker EFZ bei Müller AG Packaging
2023	CNC-Erweiterungskurs im Kurszentrum Fehlmann
2023-heute	Anstellung als Systemtechniker bei Müller AG Packaging
2023-heute	BSc Systemtechnik an der FHNW

### 4. Qualifikationsprofil

Folgend meine Interpretation der 16 Kompetenzen des Rahmenlehrplans:

*(Siehe Anhang 9: Kompetenzkarten)*

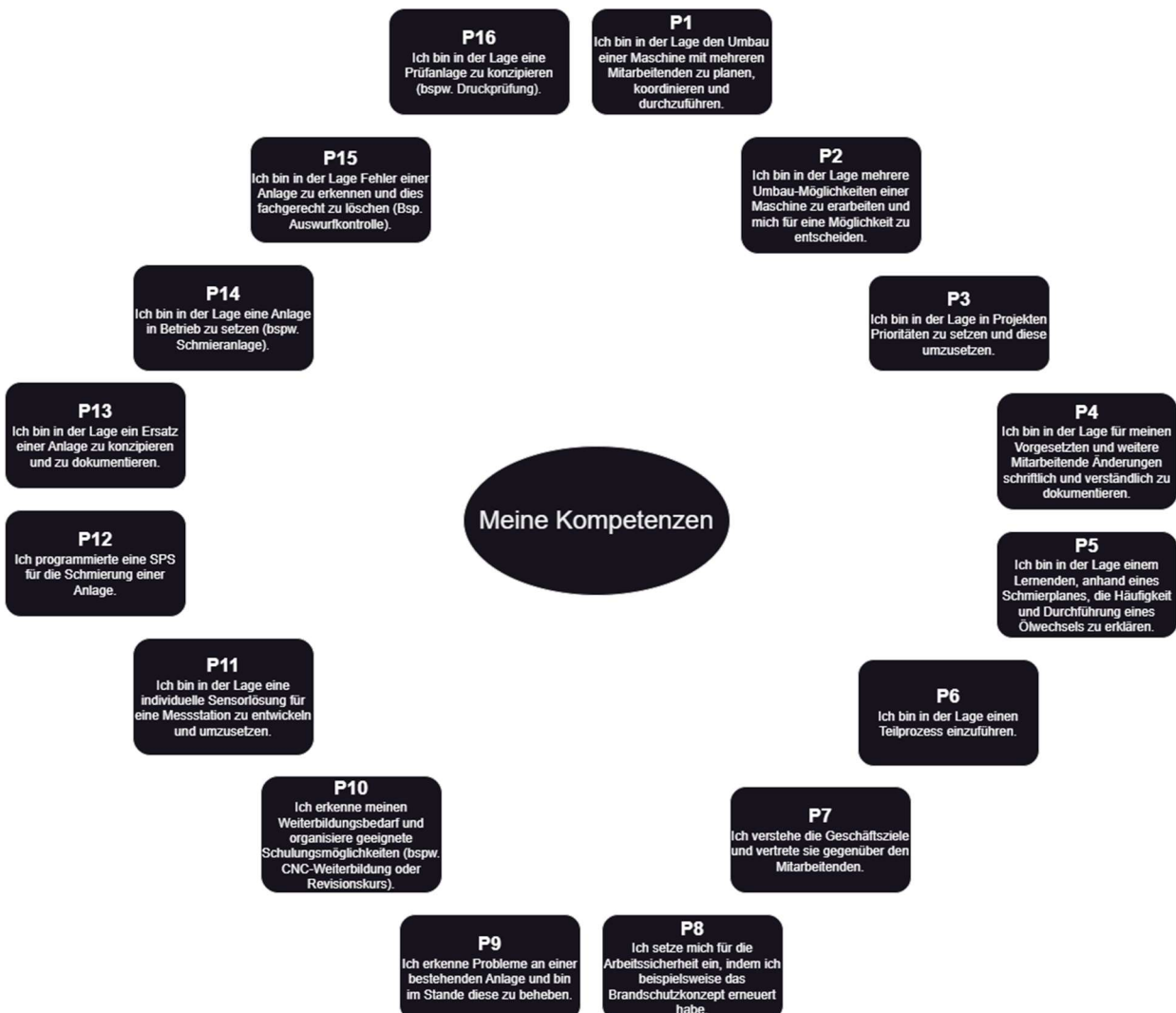


Abbildung 2: Qualifikationsprofil (eigene Darstellung)

## 5. Aufgabenstellung / Pflichtenheft / Zieldefinition

### 5.1. Aufgabestellung

Die zentrale Herausforderung dieses Projekts bestand darin, eine veraltete Leimanlage zu erneuern, die für den Herstellungsprozess eines Stahlgebindes unerlässlich ist. Die Anlage, die ursprünglich 2001 in Betrieb genommen wurde, zeigte im Laufe der Zeit verschiedene Mängel und Einschränkungen. Diese Mängel beeinträchtigten nicht nur die Effizienz des Produktionsprozesses, sondern stellten auch potenzielle Risiken in Bezug auf Qualität und Sicherheit dar. Daher war es notwendig, eine gründliche Analyse der bestehenden Anlage durchzuführen, um die spezifischen Problembereiche zu identifizieren und Lösungen für eine moderne und leistungsfähige Anlage zu entwickeln.

### 5.2. Pflichtenheft

Das Pflichtenheft diene als Leitfaden für die Planung der Anlagenerneuerung. Es enthält detaillierte Informationen über die bestehende Anlage, ihre Funktionsweise, die identifizierten Probleme sowie die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen für die neue Anlage. Das Pflichtenheft ist im Anhang dieses Dokuments beigefügt und bietet einen umfassenden Überblick über die Anforderungen und Erwartungen an die neue Anlage.

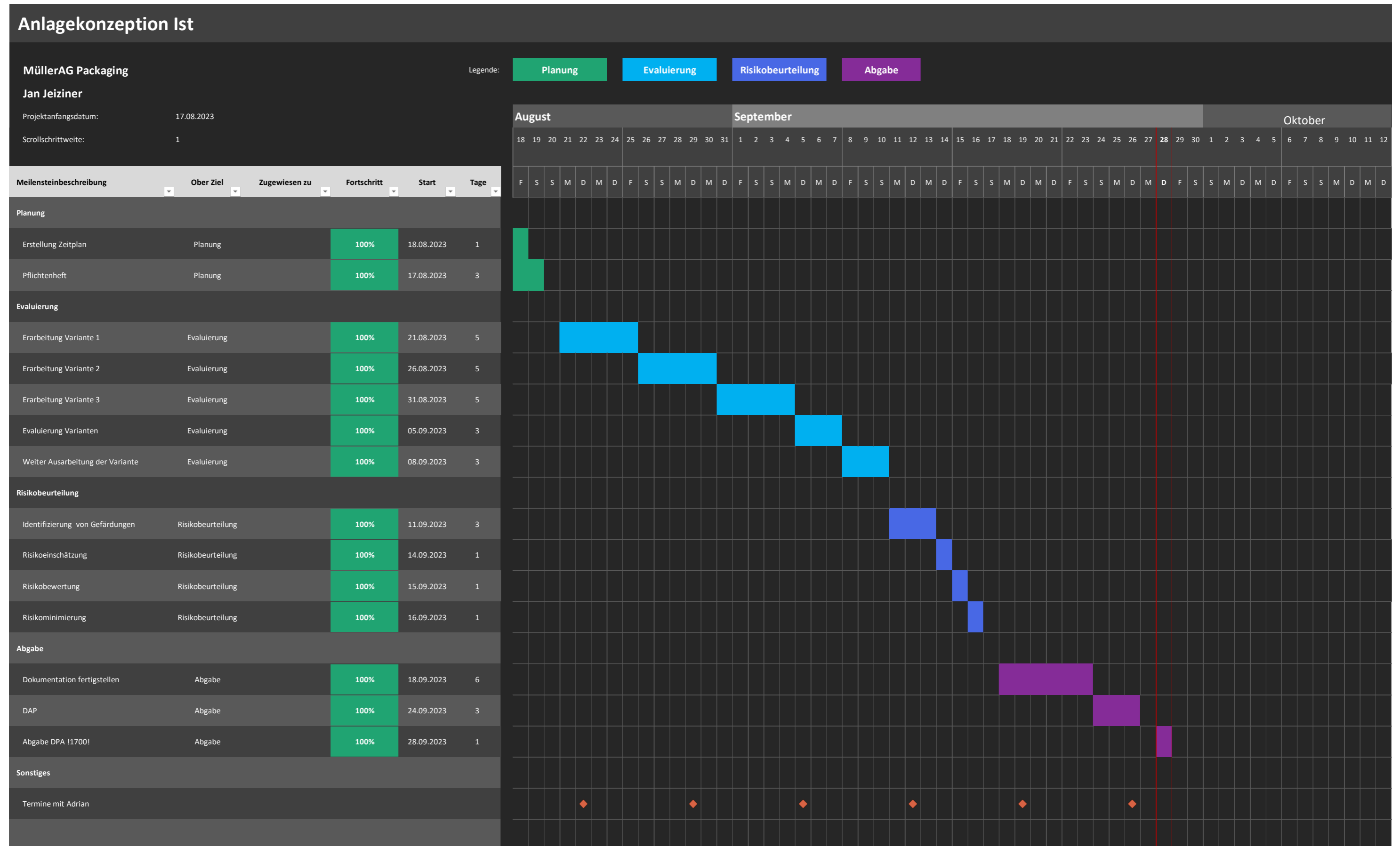
*(Siehe Anhang 1: Pflichtenheft)*

### 5.3. Zieldefinition

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Grundlage zu erarbeiten, welche die sichere Konstruktion der neuen Anlage ermöglicht. Dabei sollten mehrere Lösungsvarianten erarbeitet und miteinander verglichen sowie evaluiert werden, um final eine Variante auszuwählen. Diese ausgewählte Variante wird dann mittels Maschinenrichtlinien bis zur Konstruktion ausgearbeitet. Die Anlage neu zu konstruieren und anschliessen zu bauen ist nicht Teil dieser Arbeit. Die Dokumentation soll also als Grundlage zur sicheren Konstruktion dienen.



(Siehe Anhang 2: Zeitplan)



## 7. Lösungsweg

### 7.1. Ablauf des Projekts

Bei der Erstellung des Pflichtenhefts wurde deutlich, welche Anforderungen das Endprodukt erfüllen muss. Die konkrete Gestaltung der Anlage blieb jedoch offen, wodurch verschiedene Lösungsansätze in Betracht gezogen wurden. Nach intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik habe ich drei machbare Lösungsvarianten identifiziert:

1. Retrofit
2. Festinstallation (Kartesisches Achssystem)
3. Kollaborativer Roboter

Ich habe jede dieser Varianten untersucht und skizziert, um festzustellen, welche am besten für die im Pflichtenheft festgehaltenen, Anforderungen geeignet ist. Die Ergebnisse meiner Untersuchung präsentierte ich am 5. September 2023 dem Technikteam meines Unternehmens (*Siehe Anhang 6: Varianten Präsentation Müller AG*). Nach der Präsentation wurde von ihnen entschieden, den kollaborativen Roboter (Variante 3) als Lösung zu wählen. Daraufhin wurde diese Option weiter vertieft und eine Risikobewertung dazu erstellt. Diese Bewertung dient nicht nur als Grundlage für die Konstruktion, sondern hilft auch dabei, einen Roboter auszuwählen, der über ausreichende Sicherheitsfunktionen verfügt.

### 7.2. Erarbeitung der einzelnen Varianten

#### 7.2.1. Variante 1 RetroFit

Bei der Variante 1 sollte eine Lösung erarbeitet werden, bei der möglichst nur die Steuerung und nicht wiederverwendbare Teile ersetzt werden.

*(Siehe Anhang 3: Variante 1 RetroFit)*

#### 7.2.2. Variante 2 Festinstallation

Bei der Variante 2 sollte eine Gesamtlösung gesucht werden, um die gesamte Leimanlage zu ersetzen.

*(Siehe Anhang 4: Variante 2 Festinstallation)*

#### 7.2.3. Variante 3 Kollaborativ Roboter

Bei der Variante 3 sollte die bestehende Leimanlage durch einen kollaborativen Roboter ersetzt und Teile der bestehenden Anlage als Modul am Roboter verwenden werden.

*(Siehe Anhang 5: Variante 3 Kollaborativ Roboter)*

### 7.3. Evaluierung

Zur Evaluierung der Lösung erstellte ich eine Entscheidungsmatrix. Diese habe ich dann für alle Varianten ausgefüllt und berechnet (*Entscheidungsmatrix siehe Varianten im Anhang*). Mit diesen Resultaten erstellte ich eine Präsentation, die ich dem Technikteam des Unternehmens vorstellen konnte. Ziel der Präsentation war es zu entscheiden, welche der Variante für den Betrieb den grössten Nutzen bringt (*Siehe Anhang 6: Varianten Präsentation Müller AG*). Es wurde beschlossen, dass die Lösung mit dem kollaborativen Roboter die nachhaltigste ist. Dies aufgrund der Unbekanntheit des weiteren Verlaufes des Produkts und Vorantreiben der technischen Innovation.

## 7.4. Risikobeurteilung

Nun konnte die Variante 3 weiter ausarbeitet werden. Dazu gehörte zu bestimmen, was alles zur Anlage gehört. Die Risikobeurteilung wurde gemäss ISO 12100 durchgeführt und sollte somit der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entsprechen. Die Risikobeurteilung ist nun so weit ausgeführt, dass mit der Konstruktion begonnen werden kann.

(Anhang 8: Risikobeurteilung gem. ISO12100)

## 7.5. Beschreibung des Endprodukts

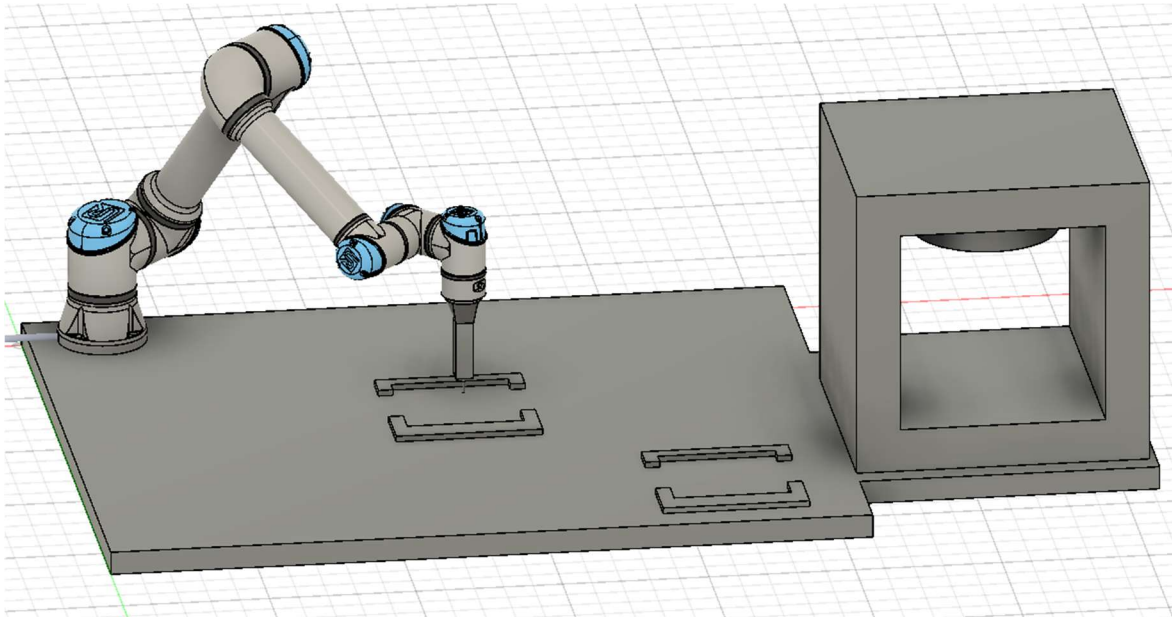


Abbildung 3: Grobe Darstellung der neuen Anlage (eigene Darstellung)

Mit der Auswahl der Lösung und der Risikobeurteilung soll nun die Anlage konstruiert werden können. Ziel ist es, den Roboter auf dem vorhandenen Tisch zu montieren (Anhang 8: Risikobeurteilung gem. ISO12100). Der Ablauf der Anlage bleibt grundsätzlich gleich. Die Einlegeposition für die Leimstation sollte etwas weiter hinten sein, so dass bei Vorbeugen des Bedienpersonals keine Gefahr zur Kollision mit dem Kopf entsteht.

## 7.6. Methodik

Vor der Ausarbeitung der Varianten legte ich mir eine Dokumentvorlage an, die ich dann bei der Ausarbeitung aller Varianten ausfüllen konnte. So konnte ich sicherstellen, dass ich möglichst eine einheitliche Datenbasis zum Vergleichen habe.

Zur Evaluierung der Varianten entwarf ich eine Entscheidungsmatrix. Diese war so aufgebaut, dass ich nach Ausfüllen der Kriterien mit Punkten und Multiplikatoren ausrechnen konnte, wie viel Punkte die Varianten im Total erreichten.

Der Risikobeurteilungsprozess musste ich wegen seines grossen Umfangs zuerst verstehen lernen. Da die Normen untereinander sehr verschachtelt und schwierig zu lesen sind, versuchte ich mich an einem Organisationstool namens Obsidian.

Ich begann mir mit der ISO12100 eine Grundlage für meine Risikobeurteilung zu schaffen. Dabei half mir das oben genannte Organisationstool Obsidian. Dank der Funktionsweise des Tools, konnte ich

verschiedenen zusammenhängende Themen miteinander verlinken. Somit konnte ich mir einen Roten Faden durch die verschachtelten Normen bilden und so den Überblick behalten.

Für die eigentliche Risikobeurteilung erhielt ich von unserem Sicherheitsbeauftragten der Firma eine Vorlage. Diese galt es jetzt nur noch korrekt nach Maschinenrichtlinien zu befüllen und zu bewerten. Um möglichst alle Gefahren zu identifizieren, habe ich ein Formular erstellt. In diesem habe ich zuerst beschrieben, wie die Anlage aussehen soll und darunter die möglichen Gefährdungen eingetragen. Dieses Formular habe ich dann meinem Vorgesetzten, dem Sicherheitsbeauftragten und dem Bediener der aktuellen Anlage zum Auszufüllen vorgelegt (*Siehe Anhang 7: Formular Gefährdungsidentifizierung*). Mit diesen Dokumenten und meinen vorbereiteten Notizen konnte ich nun die Risikobeurteilung erarbeiten. Die Risikobeurteilung ist nun so weit ausgeführt, dass die Konstruktion und die Beschaffung des Roboters angegangen werden kann.

## 8. Reflexion

- Ich bin mit dem Stand der Arbeit zufrieden. Meine Firma wird die von mir erarbeitete Dokumentation verwenden, um die Anlage neu zu konstruieren.
- Dank einer klaren Verfolgung der Norm ist meine Risikobeurteilung auf einem guten Niveau und sollte den Richtlinien entsprechen.
- Ich konnte mich bei offenen Fragen und auch zum Gegenchecken meiner Arbeit immer an meinen Begleitungsdozent Adrian John oder meinen betrieblichen Sicherheitsbeauftragten Daniel Lisser wenden.
- Ich habe den Prozess der Risikobeurteilung unterschätzt. Mit den in Robotik gelernten Grundlagen über die Risikobeurteilung, dachte ich, ich wäre genügend vorbereitet. Jedoch sah ich bis dahin nur die Spitze des Eisberges. Die Herausforderung stellt sich mir durch die Komplexität und den Umfang der Normen. Dank den gelernten Grundlagen von Robotik sowie viel Recherche gelange es mir jedoch, mich im Thema einzufinden und einen Roten Faden hineinzubringen.
- Zum Schluss stellte sich mich noch die Schwierigkeit im Zeitmanagement, da ich überschneidend mit einem weiterführenden Studium an der FHNW begonnen hatte, musste ich parallel an der Arbeit sowie am neuen Studienstoff der FHNW arbeiten.

## 9. Verdankungen

Ein besonderer Dank geht an mein Begleitungsdozent Adrian John. In den wöchentlichen Meetings bekam ich stets konstruktives Feedback und Inputs sowie Ideen zu meiner Arbeit.

Ein weiterer Dank geht an den Sicherheitsbeauftragten Daniel Lisser der Firma Müller AG. Von ihm erhielt ich gute Vorlagen und Tipps zur Ausarbeitung der Risikobeurteilung.

Auch meinem Vorgesetzten der Müller AG Packaging danke ich für die Unterstützung in Form von Tipps fürs Management und die zur Verfügung gestellte Arbeitszeit.

## 10. Eigenständigkeits-Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe.



Jan Jeiziner

Münchenstein, 28. September 2023

## 11. Quellenangaben und Literaturverzeichnis

### 11.1. Verwendete Normen und Richtlinien

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- DIN EN ISO 12100:2011-03
- DIN EN ISO 10218-1:2012-01
- DIN EN ISO 10218-2:2012-06
- DIN ISO/TS 15066:2017-04
- DIN EN ISO 13854:2020-01
- DIN EN ISO 14120:2016-05
- DIN EN ISO 13851:2019-11

### 11.2. Verwendete Vorlagen

Als Vorlage für die Risikobeurteilung diente eine Excel-Datei «Risikobeurteilung Maschine gem. ISO12100» des Sicherheitsbeauftragten der Müller AG.

### 11.3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektphasen (eigene Darstellung).....	2
Abbildung 2: Qualifikationsprofil (eigene Darstellung) .....	3
Abbildung 3: Grobe Darstellung der neuen Anlage (eigene Darstellung) .....	8

### 11.4. Anhang

- 11.4.1. Anhang 1: Pflichtenheft
- 11.4.2. Anhang 2: Zeitplan
- 11.4.3. Anhang 3: Variante 1 RetroFit
- 11.4.4. Anhang 4: Variante 2 Festinstallation
- 11.4.5. Anhang 5: Variante 3 Kollaborativ Roboter
- 11.4.6. Anhang 6: Varianten Präsentation Müller AG
- 11.4.7. Anhang 7: Formular Gefährdungsidentifizierung
- 11.4.8. Anhang 8: Risikobeurteilung gem. ISO12100
- 11.4.9. Anhang 9: Kompetenzkarten

# Pflichtenheft Leimanlage

## Inhalt

1.	Einleitung.....	2
1.	1. Zweck des Dokuments.....	2
1.1.	1.1. Wichtiger Hinweis.....	2
2.	Allgemeine Beschreibung.....	2
2.1.	2.1. Kurze Beschreibung der Maschine und ihrer Funktion.....	2
2.2.	2.2. Beschreibung des Workflows.....	2
2.3.	2.3. Problem der bestehenden Anlage.....	4
2.4.	2.4. Wiederverwertbare Teile.....	4
3.	Funktionale Anforderungen.....	4
3.1.	3.1. Auftragsmuster.....	4
3.2.	3.2. Abmessung der Anlage.....	5
3.3.	3.3. Arbeitsraum der Maschine.....	5
3.4.	3.4. Maximale Durchlaufgeschwindigkeit des Leims.....	5
3.5.	3.5. Programmierung/Parametrisierung.....	5
4.	Nicht-funktionale Anforderungen.....	5
4.1.	4.1. Sicherheitsstandards.....	5
4.2.	4.2. Benutzerfreundlichkeit.....	5
4.3.	4.3. Dokumente zur Anlage.....	5
5.	Schnittstellen.....	6
5.1.	5.1. Bedienerchnittstelle (z.B. Touchscreen, Tasten).....	6
6.	Leistungsanforderungen.....	6
6.1.	6.1. Durchsatzrate.....	6
6.2.	6.2. Genauigkeit des Leimauftrags.....	6
7.	Anforderung Liste.....	6
7.1.	7.1. Muss-/Wunsch Ziele.....	6
8.	Anhang.....	7
8.1.	8.1. Bilder der bestehenden Anlage.....	7

# 1. Einleitung

## 1. Zweck des Dokuments

Bei diesem Dokument handelt es sich um ein Pflichtenheft für die Erneuerung einer veralteten Leimanlage. Das Dokument ist Teil meiner Diplomarbeit. Das Pflichtengheft soll mir als Leitfaden für die Planung der Anlageerneuerung dienen. Die in diesem Dokument vorhandenen Daten basieren auf der bestehenden Anlage und sollen gleichwertig oder besser in einer Überholung eingesetzt werden.

### 1.1. Wichtiger Hinweis

Das zu beklebende Produkt ist aus diversen Gründen geheim. Somit wird nie spezifisch auf die Form und Art des Deckels und Gebinde eingegangen. Es dürfen auch keine Bilder des Produkts gezeigt werden.

# 2. Allgemeine Beschreibung

## 2.1. Kurze Beschreibung der Maschine und ihrer Funktion

Die zu überarbeitende Anlage ist Teil des Herstellungsprozesses eines Stahlgebindes. Dabei werden auf dem Deckel des Gebindes zwei Dichtungen aufgeklebt. Die Dichtungen werden mit einem Silikonleim auf den lackierten Stahldeckel geklebt. Damit die Dichtungen richtig kleben, werden sie nach dem Auftragen des Leims aufgepresst. Also muss der Leim möglichst gleichmässig aufgetragen sein, dass er beim Verpressen nicht hervorquillt.

## 2.2. Beschreibung des Workflows

Im aktuellen Prozess sitzt die bedienende Person vor der leimauftragenden Anlage. Durch Drehen ihrerseits kann die Zufuhr- und Abfuhrpalette und die Verpress-Vorrichtung erreicht werden. Zuerst wird von der Zufuhrpalette manuell ein unbearbeiteter Deckel in die Leimanlage gelegt. Durch Drücken eines Startknopfs beginnt die Anlage den Leim in einer vorprogrammierten Form aufzutragen (siehe Bild Seite 3). Anschliessend wird der Deckel manuell in eine Form gelegt. Dort werden von Hand zwei Dichtungen eingelegt. Als nächstes wird der Deckel manuell in eine Druckluft betätigte Presse eingelegt, wo die Dichtungen 30 Sekunden auf den Leim gepresst wird. Als letztes wird der Deckel händisch in eine Abfuhrpalette gelegt.

Anhang 1: Pflichtenheft

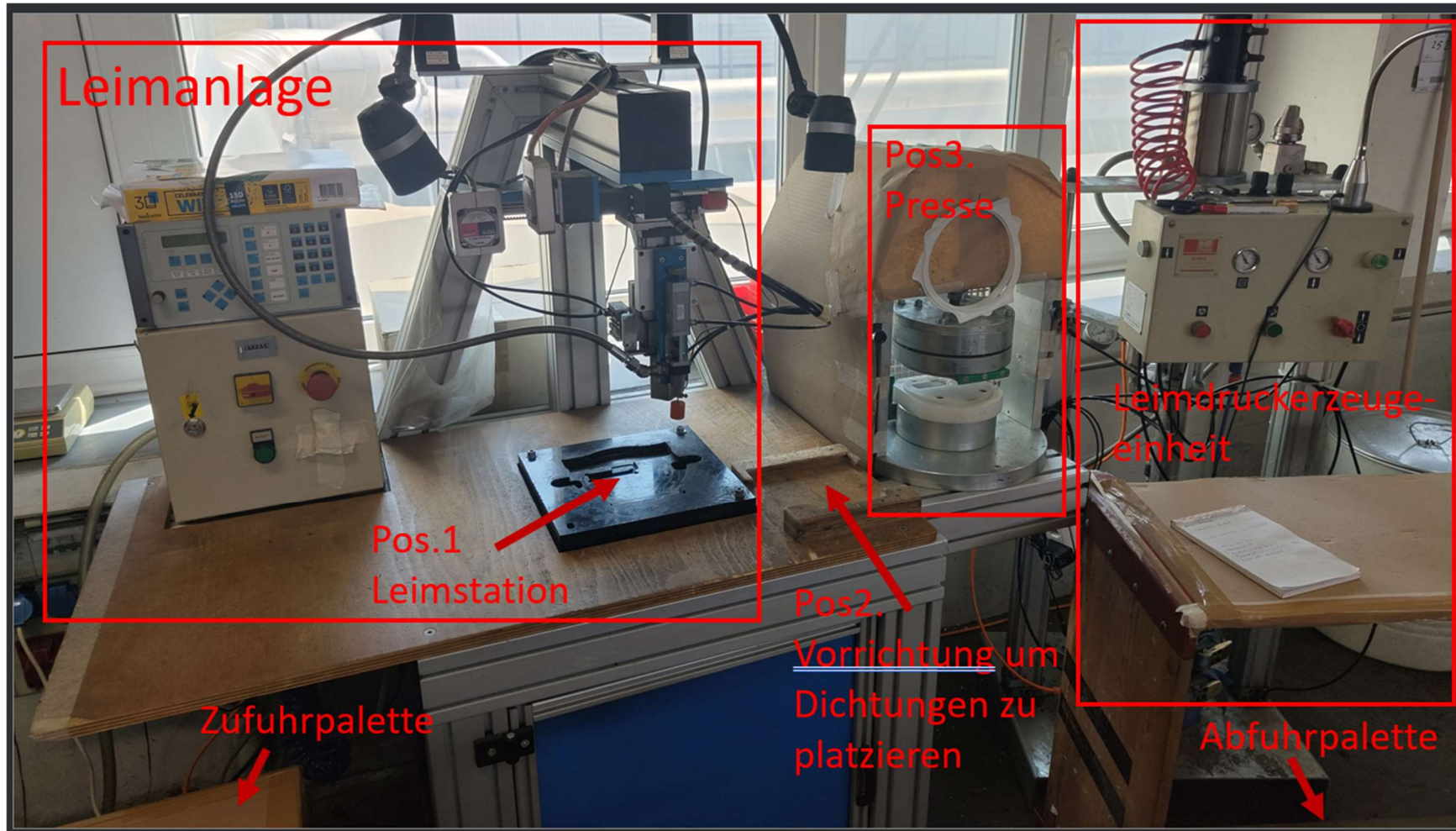


Abbildung 1: Workflow - Die Deckel werden von links nach rechts durch die Anlage geführt

### 2.3. Problem der bestehenden Anlage

Die bestehende Anlage wurde 2001 in Betrieb gesetzt. Seit der Inbetriebnahme wurden nur kleinere Wartungen und Reparaturen vorgenommen. Einige Teile der Anlage wurden durch die Zeit fehleranfällig.

- Die Führung der Z-Achsen ist eingelaufen und kann nicht mehr nachgestellt werden.
- Die Achs-/Ablaufsteuerung weist vermehrt Ausfälle und Fehler auf.
- Da durch die pneumatische Höhenverstellung der Düse nur zwei Positionen möglich sind, ist der Abstand zur Form des Deckels nicht immer optimal, was zu ungenauen Formen führt.

### 2.4. Wiederverwertbare Teile

Die folgenden Teile sind noch gut einsatzfähig und könnten weiterhin verwendet werden:

- X- und Y-Achse sind noch einsatzfähig. Sie weisen jedoch Altersschwächen auf und sind keine Normteile, also bei Ausfall schwierig zu ersetzen.
- Auslassventil. Dieses ist noch in einem sehr guten Zustand. Ersatzteile sind noch verfügbar und das Auslassventil kann gut gewartet werden.
- Pressvorrichtung. Diese besteht aus einem einfachen Festo Luftzylinder, der noch dicht ist. Der Zylinder kann ohne grossen Aufwand ersetzt werden.
- Die Druckerzeugereinheit für den Silikonkleber funktioniert noch einwandfrei und kann als Standard bei Ausfall einfach und zeitnah ersetzt werden.
- Die Schrittmotoren laufen noch einwandfrei sind jedoch schon 22 Jahre alt.
- Pneumatikschaltventile der Leimanlage schalten noch zuverlässig, sind jedoch für unseren Betrieb keine Standardventile.
- Der Arbeitstisch kann durch eine neue Tischplatte wieder auf Vordermann gebracht werden.

## 3. Funktionale Anforderungen

### 3.1. Auftragsmuster

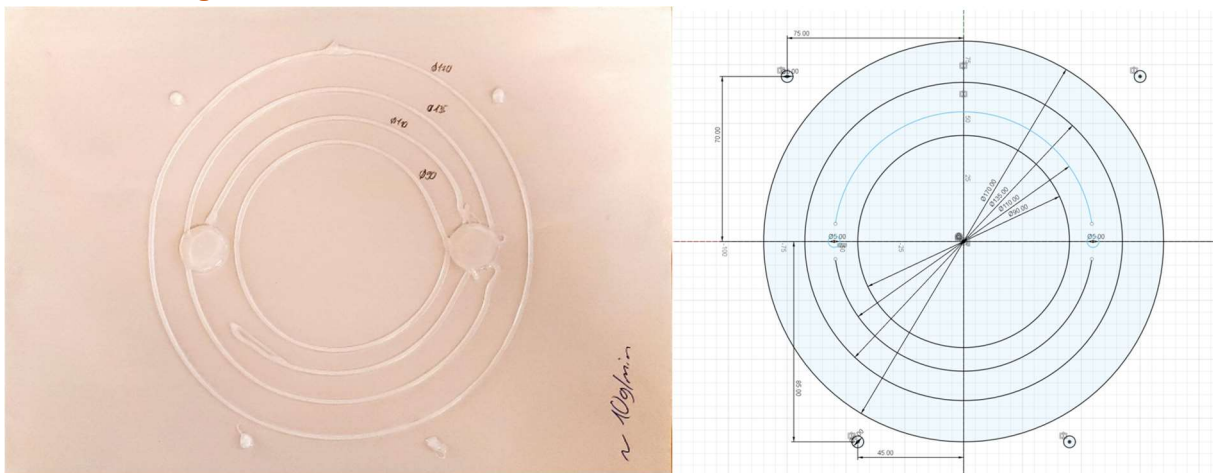


Abbildung 2: Links: aktuelles Auftragemuster der bestehenden Anlage auf einem weissen Papier. Rechts: ausgemessene Form

### 3.2. Abmessung der Anlage

Die neue Anlage soll möglichst den gleichen Platzbedarf haben. So dass der vorhandene Tischsockel wiederverwendet werden kann.

### 3.3. Arbeitsraum der Maschine

Der minimale Verfahrweg der Maschine muss 200mmx200mm mit einer Höhenverstellung von 20mm abdecken. Die bestehende Anlage verfügt über 250mmx250mm und kann in der Höhe über einen Luftzylinder zwei Positionen anfahren. Bei der Überholung der Anlage soll die Z-Achse variabel verstellbar werden.

### 3.4. Maximale Durchlaufgeschwindigkeit des Leims

Der Leim wird bei der bisherigen Anlage mit 50-60 Bar von der Druckerzeuggereinheit an die Auslassventile gefördert. Durch die verwendete Düse am Ventil entsteht ein Durchfluss von etwa 10 Gramm pro Minute. Der Betriebsdruck könnte zur Effizienzsteigerung noch erhöht werden.

### 3.5. Programmierung/Parametrisierung

Bei der Erneuerung soll eine Steuerung der Anlage gewählt werden, welche durch das Personal im Betrieb programmiert werden kann.

Bei der neuen Steuerung sollen die einprogrammierten Formen veränderbar sein. Mögliche Programmiervarianten:

- Programmierung über ISO-Code oder G-Code
- Programmierung über Makros (Punkt, Linie, Kreis, Halbkreis)
- Programmierung durch laden von DXF oder DWG

## 4. Nicht-funktionale Anforderungen

### 4.1. Sicherheitsstandards

Bei der neuen Anlage sollen die neusten Sicherheitsstandards gemäss Maschinenrichtlinien eingehalten werden, so dass ohne Bedenken eine Konformitätserklärung erstellt werden kann.

### 4.2. Benutzerfreundlichkeit

Die bedienende Person soll sich nur um die Bestückung der einzelnen Stationen und um die Qualitätskontrolle kümmern müssen.

Die Anlage soll für Wartungspersonal gut zugänglich und dokumentiert sein.

### 4.3. Dokumente zur Anlage

- Bedienungsanleitung
- Wartungsanweisung
- Risikobeurteilung

## 5. Schnittstellen

### 5.1. Bedienerchnittstelle (z.B. Touchscreen, Tasten)

Die neue Steuerung soll geschultem Personal die Möglichkeit geben, den ToolPath beliebige zu ändern oder zu erweitern.

## 6. Leistungsanforderungen

### 6.1. Durchsatzrate

Der aktuelle Prozess geht durchschnittlich zwei Minuten pro Deckel. Somit können etwa 240 Deckel am Tag abgefertigt werden. Dieser Durchsatz soll gleichwertig oder sogar optimiert werden.

### 6.2. Genauigkeit des Leimauftrags

Der Leim sollte nach dem Auftragen  $\pm 1\text{mm}$  auf dem einprogrammierten ToolPath liegen.

## 7. Anforderung Liste

### 7.1. Muss-/Wunsch Ziele

In der folgenden Tabelle werden alle Muss- und Wunschziele aufgelistet und kurz beschrieben. Diese Ziele sollen zur Qualitätssicherung bei Abschluss des Projekts genutzt werden.

Ziel	Beschreibung	Muss	Wunsch
Sicherheitsstandards einhalten	Maschinenrichtlinien müssen zwingend eingehalten werden	X	
Gefordertes Muster kann abgefahren werden	Das Muster muss so wie programmiert abgefahren werden, dass der Leim gleichmässig, dicht und nicht überquellend ist	X	
Muster kann parametrisch angepasst werden	Das geforderte Muster kann parametrisch angepasst werden. Z.B. Korrektur bei Veränderung von Dichtungselementen oder Anpassung der Flussmenge		X
Muster kann frei programmiert werden	Das Muster kann einfach verändert und angepasst werden		X
Prozesszeit gleichschnell	Die Prozesszeit muss im Minimum gleich schnell sein	X	
Prozesszeit schneller	Wenn es möglich ist, sollte die Prozesszeit des Leimauftrags etwa gleichschnell sein wie das Pressen (30 Sekunden). So könnte der gesamte Workflow optimiert werden.		X
Leim $\pm 1\text{mm}$ Toleranz	Das der Leim dicht ist und nicht überquillt, darf das Muster maximal $\pm 1\text{mm}$ Abweichung haben.	X	
Steuerung der Presse erneuern	Da die Komponenten der Presse schon älter sind wäre gut, wenn die Presse auch über die neue Steuerung gesteuert wird.		X
Anlage erfüllt mechanisch Anforderungen	Die Anlage muss so stabil sein, dass... ...beim Standardbetrieb alle Masse zuverlässig eingehalten werden können. ...bei vorhersehbaren Fehlern wie zum Beispiel Falscheinlegen des Deckels die mechanischen Bauteile kein Schaden davontragen.	X	

## 8. Anhang

### 8.1. Bilder der bestehenden Anlage

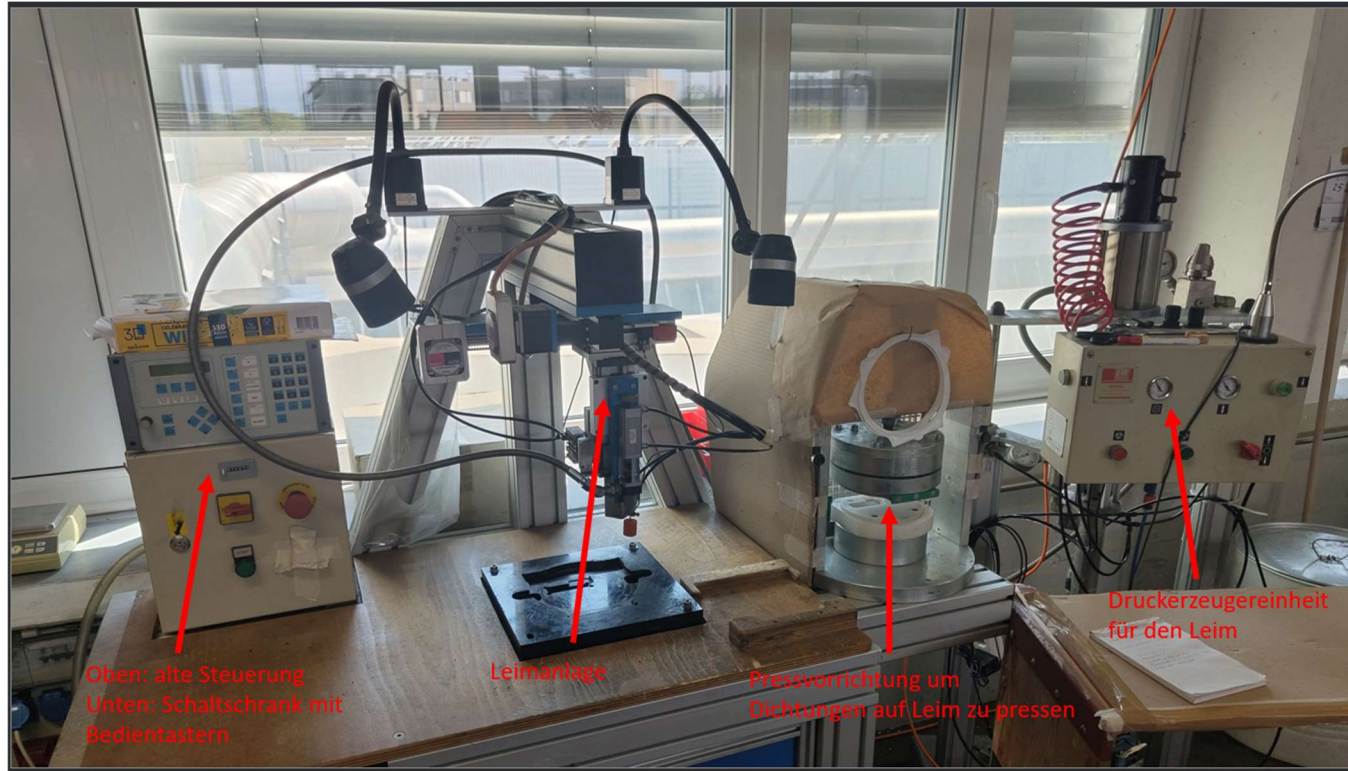


Abbildung 3: Gesamte bestehende Anlage

## Anhang 1: Pflichtenheft



Abbildung 4: Bestehende Leimstation



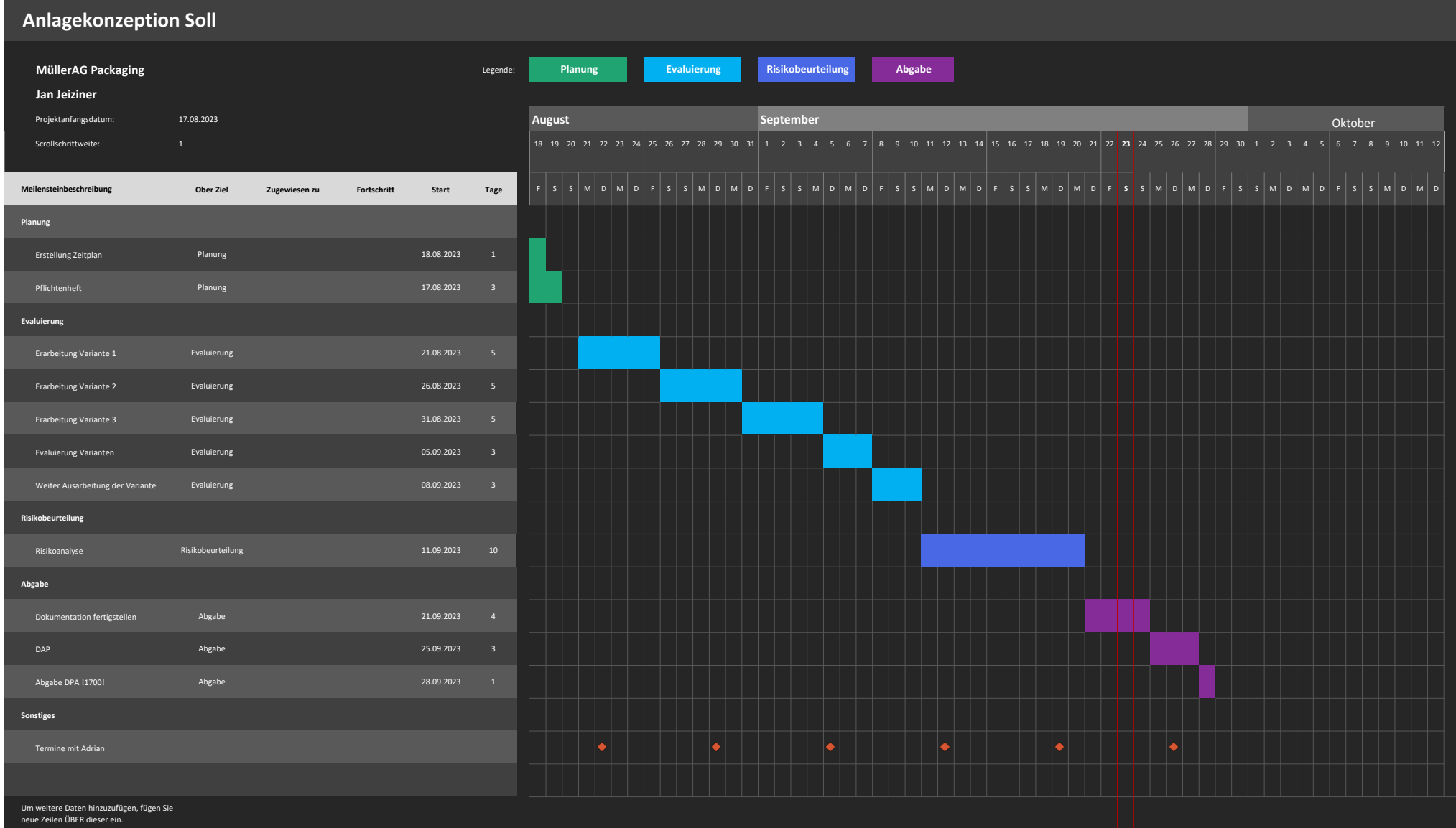
Abbildung 5: Verpress-Vorrichtung und die zwei Pneumatik-Auslösetaster

Die aktuelle Pressesteuerung ist voll pneumatisch mit einem sicheren Zweihand-Steuerblock Performance Level C.



Abbildung 6: verbautes Auslassventile der Firma Dopac

# Anhang 2: Zeitplan





### Variante 1 Retro Fit

#### Definition der Variante

Bei dieser Variante soll nur der Teil der Anlage überarbeitet/ersetzt werden, der nicht mehr längerfristig einsetzbar ist. Darunter befinden sich:

- Steuerung der Anlage (Achsen- und Ablaufsteuerung)
- Komplette Z-Achse mit Höhenverstellung und Führung

In der Ausarbeitung dieser Variante werden zwei unterschiedliche Steuerungsoptionen in Betracht gezogen:

1. Eine Siemens S7 soll verwendet werden. Der Grund für diese Idee ist, dass wir im Betrieb bereits sehr viele Siemens S7 im Einsatz haben.
2. Eine LowCost CNC Steuerung soll verwendet werden. Diese soll die Bahnsteuerung ersetzen, und es ist zu prüfen, ob es sicherheitstechnisch möglich ist, die Presse auch über diese Steuerung zu betreiben.

Beide Optionen haben ihre eigenen Vor- und Nachteile, die im Rahmen der Ausarbeitung näher untersucht werden sollten.

#### Idee

##### *Siemens S7 Lösung*

Die alte Steuerung soll durch eine Siemens S7 ersetzt werden. Diese soll die Bahnsteuerung, Ventilsteuerung und wenn möglich, auch die Pressensteuerung übernehmen. Um eine Bahnsteuerung mit einer S7 zu realisieren, muss eine Technologie-CPU verwendet werden. Diese Technologie-CPU's bieten ein frei konfigurierbares Kinematik-Objekt. Mit diesem Objekt können interpolierte Bewegungen über verschiedene Funktionen ausgeführt werden.

Noch abzuklären:

- Welches Sicherheitslevel kann mit einer nicht Fail-Safe-CPU erreicht werden? (Ist damit die Pressensteuerung realisierbar?)
- Welche Ausgangsbaugruppen können Stepper-Treiber ansteuern?

##### *LowCost CNC-Steuerung Lösung*

Mit einem günstigen CNC-Controller können unkompliziert Bahnsteuerungen realisiert werden. Diese werden meist für Eigenbau-CNC-Fräs- und Drehmaschinen eingesetzt. Durch ihre offene Konfigurierbarkeit können einfach beliebige kartesische Achssysteme verfahren werden. Die meisten Controller verfügen über digitale Ein- und Ausgänge, die normalerweise für z.B. Spindelstart, Kühlwasser, Drehzahlüberwachung usw. verwendet werden. Diese sind frei konfigurierbar und könnten somit auch als Ansteuerung des Leimventils verwendet werden.

Problematik dieser Idee:

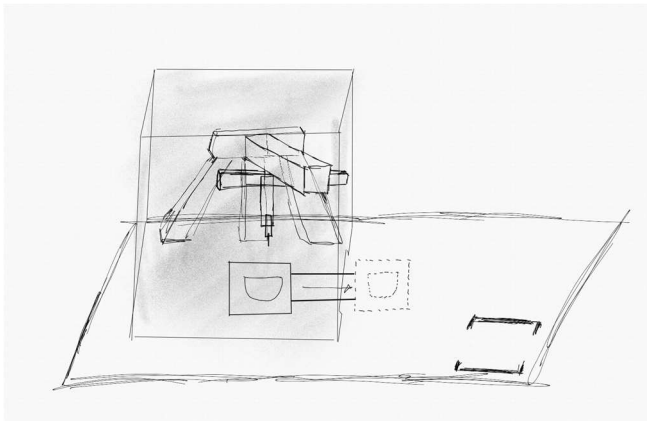
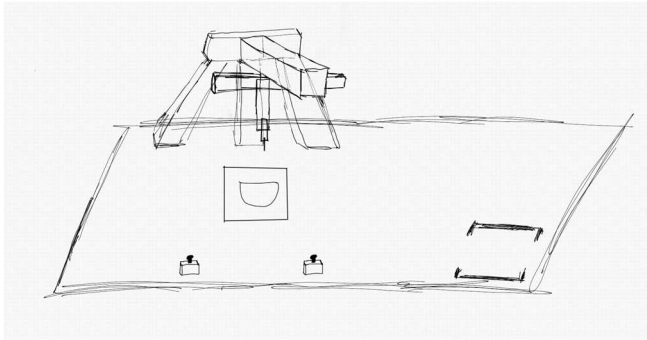
- Da diese CNC-Controller keine integrierten Sicherheitsfunktionen haben, wird die Risikobeurteilung komplizierter.
- Die LowCost CNC-Controller stammen nicht von namhaften Herstellern und bieten daher meist keine Garantie oder Support.
- Aufgrund der anhaltenden Chipknappheit sind viele Controller nicht lieferbar.

## Anhang 3 Variante 1 Retrofit

- Die meisten CNC-Controller bestehen aus mehreren Komponenten: einem Computer und einem Interface-Board, das die Kommunikation zwischen Computer und Ein- und Ausgängen übernimmt.

Beide Lösungen haben ihre eigenen Vor- und Nachteile, die im Rahmen der Ausarbeitung näher untersucht werden sollten.

Skizze



Grobe Ausarbeitung

*Benötigte Komponenten für Siemens S7 Lösung*

Um die neue Steuerung mit Siemens S7 zu realisieren, werden folgende Komponenten benötigt:

- Um die Z-Achse zu ersetzen, soll eine fertige Linearführung mit integriertem Antrieb zum Einsatz kommen.
- Neue Schrittmotortreiber werden benötigt, um die Schrittmotoren der drei Achsen anzutreiben.
- Eine angemessene Spannungsquelle ist für die Stromversorgung erforderlich.
- Zur Realisierung der Steuerung wird eine CPU1500T benötigt, zusammen mit den dazugehörigen Baugruppen für Stromversorgung, Ein- und Ausgänge sowie HMI.
- Ein neuer Schaltschrank muss gebaut werden, um die Elektronik unterzubringen.

*Benötigte Komponenten für LowCost CNC-Steuerung Lösung*

Um die neue Steuerung mit einem LowCost CNC-Controller zu realisieren, werden folgende Komponenten benötigt:

### Anhang 3 Variante 1 RetroFit

- Um die Z-Achse zu ersetzen, soll eine fertige Linearführung mit integriertem Antrieb zum Einsatz kommen.
- Neue Schrittmotortreiber werden benötigt, um die Schrittmotoren der drei Achsen anzutreiben.
- Eine angemessene Spannungsquelle ist für die Stromversorgung erforderlich.
- Ein neuer Schaltschrank muss gebaut werden, um die Elektronik unterzubringen.
- Ein Computer, auf dem die CNC-Software installiert werden kann (ein Raspberry Pi 4 genügt meist).
- Ein Interface-Board, das die Kommunikation zwischen Computer und Ein-/Ausgängen übernimmt.

Beide Lösungen erfordern eine Reihe von Komponenten, die jeweils ihre eigenen Vor- und Nachteile haben. Diese sollten im Rahmen der weiteren Ausarbeitung und Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

#### Grobe Kosten

Siemens S7:

Teil	Untergeordnete Teile	Beschreibung/Nutzen	Ungefäherer Preis in CHF
CPU1511T		Die Steuerung selbst.	2500
	PS 25W 24V DC	Stromversorgung der Module und CPU	300
	Digitale Ausgangs Baugruppe	Zur Steuerung von Schrittmotortreiber, Pneumatikventile und Meldeleuchten.	250
	Digitale Eingangs Baugruppe	Zur Verarbeitung von Eingangssignalen wie zB. Zwei Hand Start, Endschalter, Not Halt, etc.	250
	HMI	Zur Konfiguration von verfahr weg und Störungsausgabe.	700
Linearantrieb Z-Achse		Als Ersatz für die eingelaufene vorhandene Führung	300
Schrittmotor Treiber		Um die vorhandenen und den neuen Schritt Motoren der Anlage anzutreiben	400
	Stromversorgung	24V 10A Netzteil für die Stromversorgung der Schrittmotortreiber	100
Schaltschrank		Um die neue Elektronik unterzubringen	200
Taster und Schalter		Zwei Hand Taster, Not Halt, Entaschter Z-Achse,	200
		Gesamt:	5200

## Anhang 3 Variante 1 Retrofit

LowCost:

Teil	Untergeordnete Teile	Beschreibung/Nutzen	Ungefährer Preis in CHF
Computer		Wird benötigt, um CNC-Software zu nutzen	
	Raspberry Pi		150
	Alter Office Rechner		
	Monitor		150
CNC-Controller Interfaceboard		Schnittstelle zwischen CNC-Software und Ein-/Ausgänge der Maschine	250
Linearantrieb Z-Achse		Als Ersatz für die eingelaufene vorhandene Führung	300
Schritt Motor Treiber		Um die vorhandenen und den neuen Schritt Motoren der Anlage anzutreiben	400
	Stromversorgung	24V 10A Netzteil für die Stromversorgung der Schrittmotortreiber	100
Schaltschrank		Um die neue Elektronik unterzubringen	200
Taster und Schalter		Zwei Hand Taster, Not Halt, Entaschter Z-Achse,	200
		Gesamt:	1200

Matrix

*Siemens S7*

Entscheidungsmatrix	Variante S7					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
					57	

## Anhang 3 Variante 1 Retrofit

### LowCost CNC

Entscheidungsmatrix	Variante LowCost CNC					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
					59	

## Variante 2 Festinstallation

### Definition der Variante

Bei dieser Variante soll die Leimanlage komplett ersetzt werden. Das Auslassventile kann wiederverwendet werden. Es soll ein komplettes System gesucht werden, dass die gewünschten Anforderungen erfüllt.

### Idee

Hersteller wie zum Beispiel Igus, Festo, Rexroth, Nordson verkaufen konfigurierbare Achs-Systeme mit fertiger Steuerung. Diese können auf Mass konfiguriert werden und bieten schon eine vorgefertigte Steuerung, die einfach zu programmieren ist.

Die Idee dieser Version ist es einen fertiges Achs-System anzuschaffen und dieses auf unsere Bedürfnisse anzupassen.

### Bilder



Abbildung 1: IGUS



Abbildung 2: Rexroth

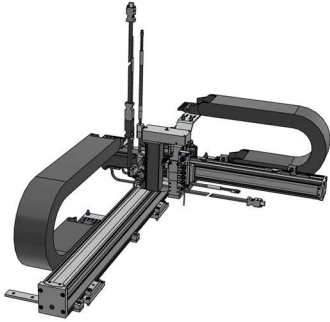


Abbildung 3: Festo



Abbildung 4: Nordson

### Grobe Ausarbeitung

Es wird eine Anlage beschafft, die ab Werk mit einer fertigen Steuerung ausgerüstet ist. Das System muss so konfigurierbar sein, dass das bereits vorhandene Auslassventile nur noch montiert und konfiguriert werden muss. Die Steuerung muss so offen sein, dass das gewünschte Auftragsmuster programmiert werden kann. Die Konfigurierung, Inbetriebnahme und Wartung sollen durch Maschinenbau realisierbar sein.

### Vor und Nachteile der einzelnen Anlagen

#### IGUS

##### Pro:

- Software gratis und einfach in der Handhabung
- Günstig
- Fertige Lösung
- RBTX(igus) kundenorientierte Unterstützung

##### Contra:

- Raumportal nimmt viel Platz ein

#### Rexroth

##### Pro:

- Spezifische Software für Klebstoff-Auftrag
- Ausleger-System ist platzsparend

## Anhang 4 Variante 2 Festinstallation

Contra:

- Teuer
- Für diese Anwendung eher überdimensioniert

Festo

Pro:

- Wir sind bereits Kunden
- Ausleger-System ist platzsparend

Contra:

- Teuer
- Keine Steuerung

Nordson

Pro:

- Spezifisch für Klebstoff-Auftragung
- Einfache Programmierung

Contra:

- Raumportal benötigt viel Platz
- Teuer

Grobe Kosten

Teil	Untergeordnete Teile	Beschreibung/Nutzen	Ungefährer Preis in CHF
IGUS-Anlage		Komplette Anlage mit Steuerung	13000
Rexroth			Keine Antwort
Festo		Anlage ohne Steuerung	6900
	Steuerung		5000
Nordson			20000

Weiterführende Schritte

Es soll sich für eine Anlage entschieden werden und für dies eine Offerte eingeholt werden.

## Anhang 4 Variante 2 Festinstallation

### Matrix

#### IGUS

Entscheidungsmatrix	Variante Igus					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
<b>76</b>						

#### RexRoth

Entscheidungsmatrix	Variante RexRoth					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
<b>70</b>						

#### Festo

Entscheidungsmatrix	Variante Festo					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
<b>70</b>						

Entscheidungsmatrix	Variante Nordson					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
<b>68</b>						

### Variante 3 Kollaborativ Roboter

#### Definition der Variante

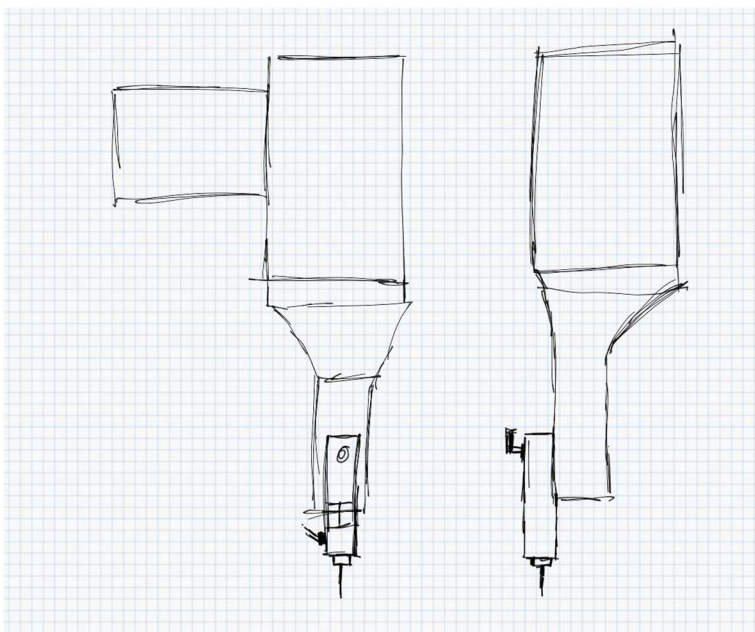
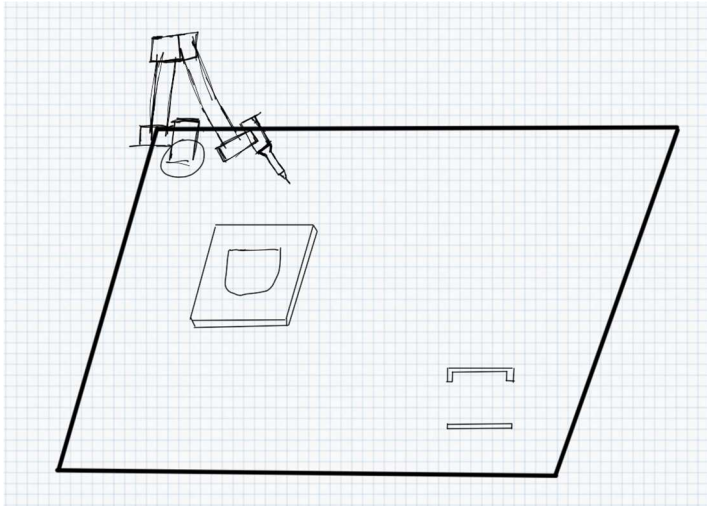
Bei dieser Variante soll die Leimanlage durch einen kollaborativen Roboter ersetzt werden. Das Leim-Auslassventile und der Tisch sollen so umgebaut werden, dass ein kollaborativer Roboter modular an die Anlage angebaut werden kann.

#### Idee

Ziel dieser Variante ist es die jetzige Leimanlage so weit umzubauen, dass der leimauftragende Teil als Modul an einen kollaborativen Roboter angebaut werden kann. Der Roboter soll auf dem Tisch montierbar sein.

Vorteil einer modularen Lösung wäre, dass wenn die Anlage nicht im Einsatz ist, kann der Roboter anderweitig eingesetzt werden. Die weiterführende Idee wäre das verschiedene Module für einen Roboter existieren die schnell und flexibel gewechselt werden können.

#### Skizze



## Anhang 5 Variante 3 Kollaborativ Roboter

### Grobe Kosten

Das Modul kann von uns selbst konstruiert, gefertigt und montiert werden. Deswegen fallen nur die Kosten des Roboters ins Gewicht.

Auf der Tabelle sind verschiedene Grössen von Robotern zu sehen, welche in Frage kommen.

Teil	Beschreibung/Nutzen	Ungefährer Preis in CHF
UR3e	500mm/3kg	25000
UR5e	850mm/5kg	30000
UR10e	1300mm/12.5kg	38000
UR16	900mm/16kg	40000
UR20	1750mm/20kg	49000
ABB GoFa	950mm/5kg	34000
IGUS ReBel	500mm/3kg not Safe	5600

### Grobe Ausarbeitung

Es soll eine Montageadapter für das Leim-Auslassventile entwickelt werden das am Roboter-Flansch montiert werden kann.

Bei den Universal Robots und ABB-Robotern sind zertifizierte, kraftüberwachte Achsen im Einsatz und können daher bedingt ohne Schutzeinrichtungen verwendet werden. Beim IguS ReBel ist dies nicht der Fall und kann somit nicht ohne Schutzeinrichtungen verwendet werden.

### Matrix

Entscheidungsmatrix	Variante CoBot					Bemerkung
	Punkte					
Kriterien	0	1	2	3	4	
Kosten	3 >25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2 100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2 sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2 nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3 nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3 <200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4 kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4 nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden
					79	

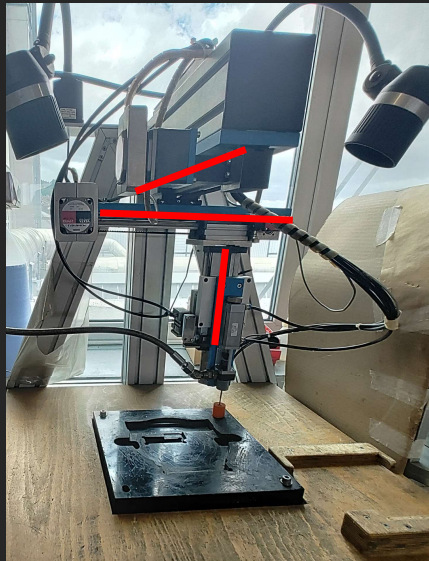
# Umbau Silikonier Anlage

67.44

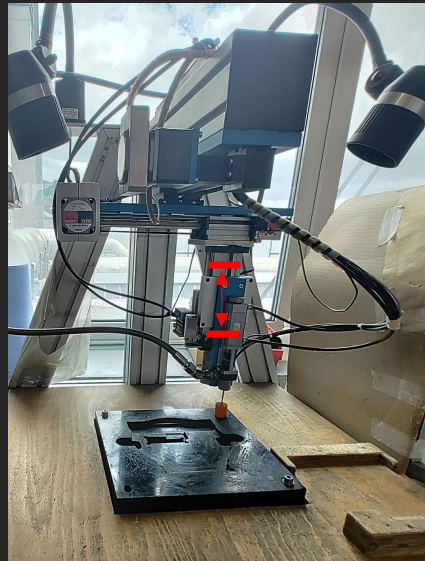


# Aktueller Stand / Problematik

Achsen abgenutzt



Z-Achse nur 2 Pos.



Steuerung veraltet



# Ausarbeitung von 3 Varianten

- Retrofit
  - Ersatz durch Kartesischen Roboter
  - Ersatz durch CoBot
-

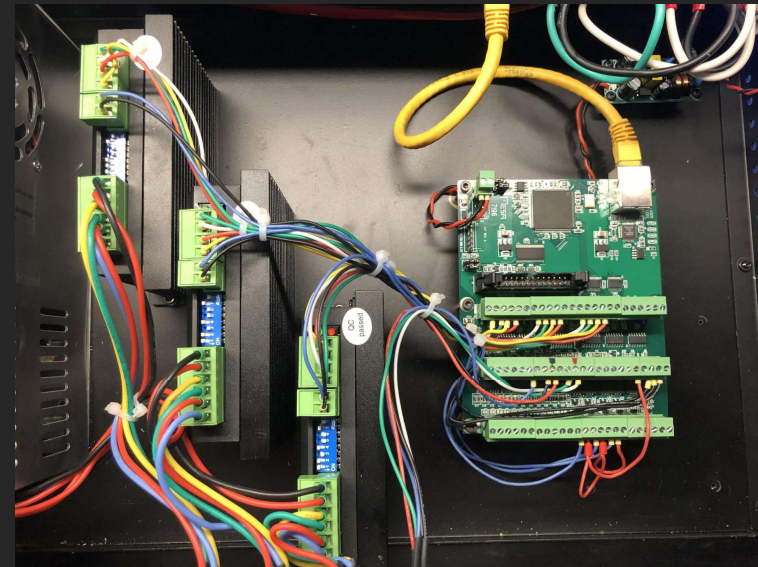
# Retrofit

## Siemens S7



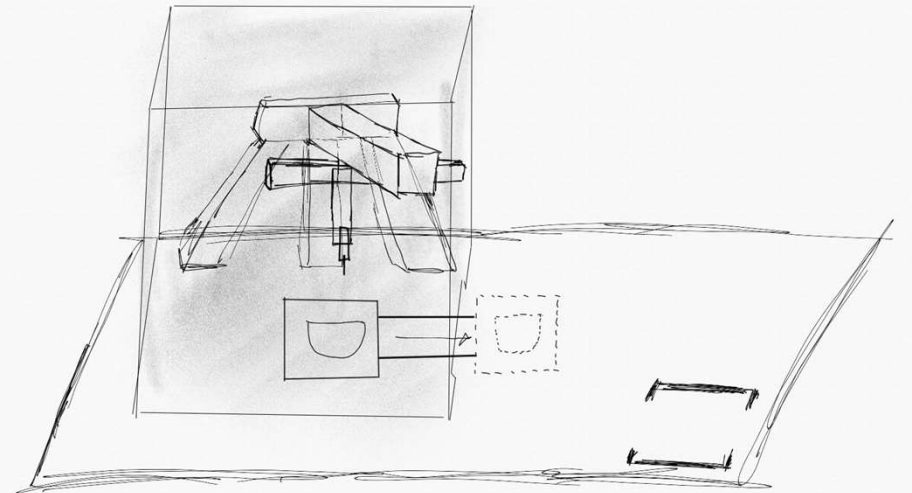
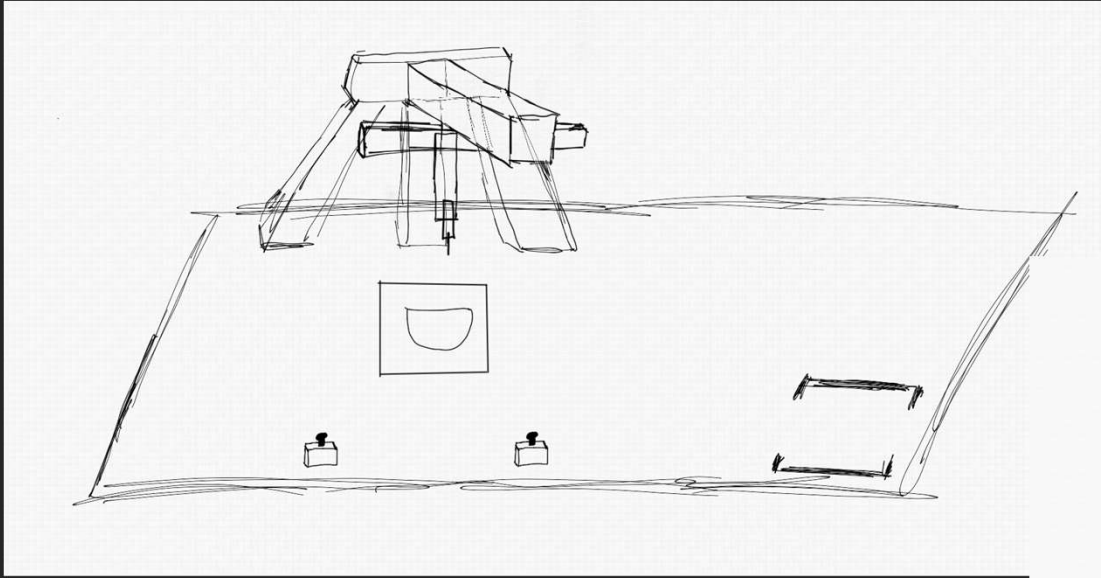
Geschätzte Kosten: 6'000CHF

## Linux CNC Controller



Geschätzte Kosten: 3'000CHF

# Retrofit



# Ersatz durch Kartesischen Roboter

Einfache Integration

Schwierige Integration



Nordson  
~15000CHF



Igus  
13'000CHF



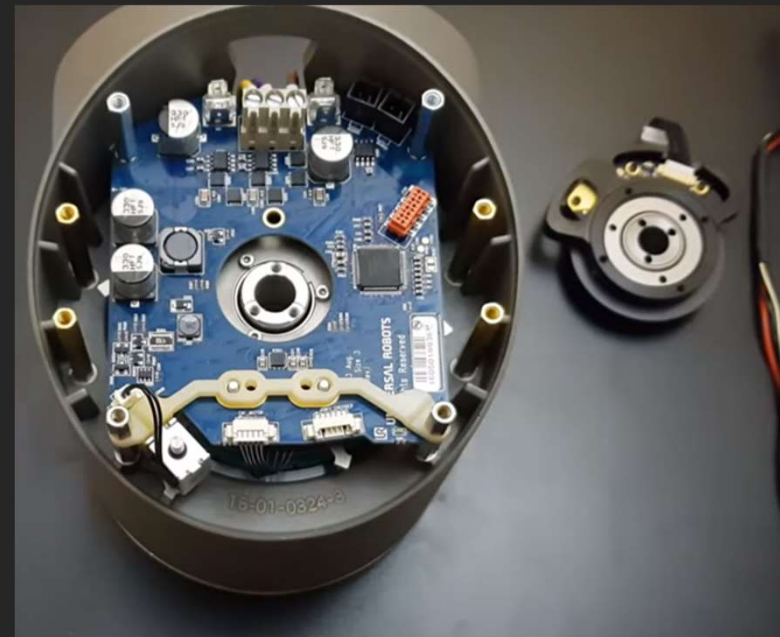
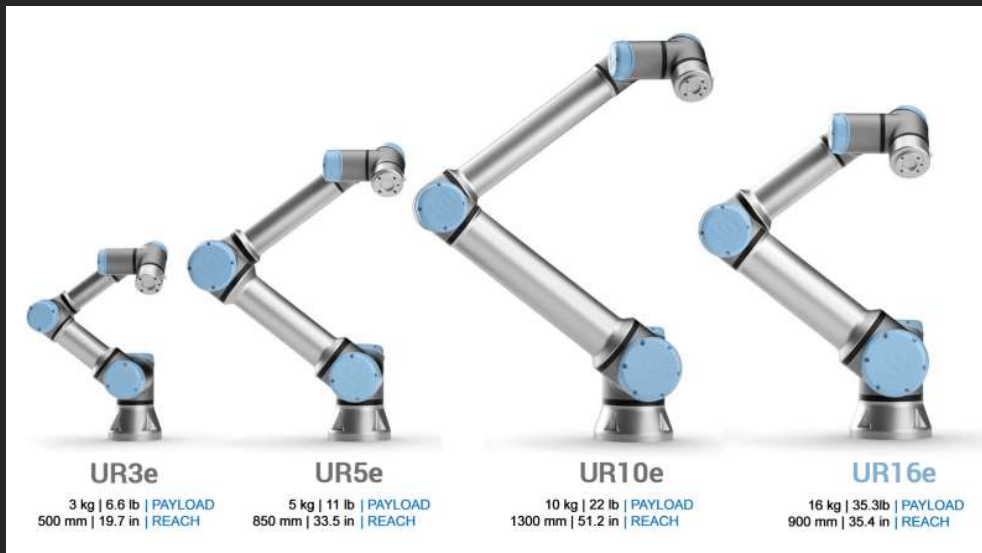
Rexroth  
~19000CHF



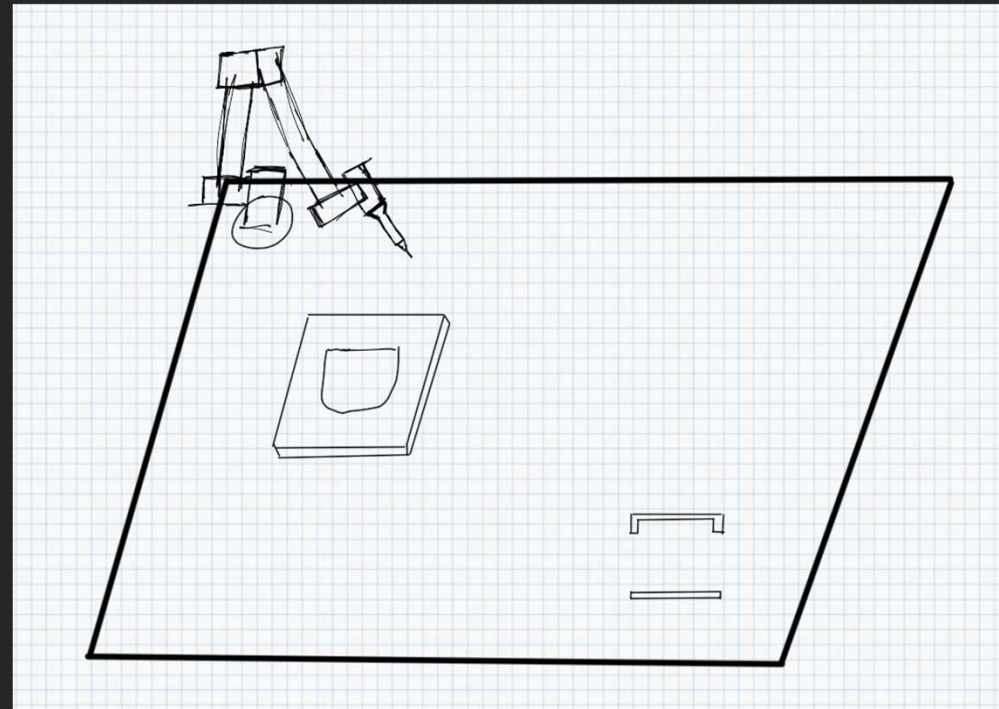
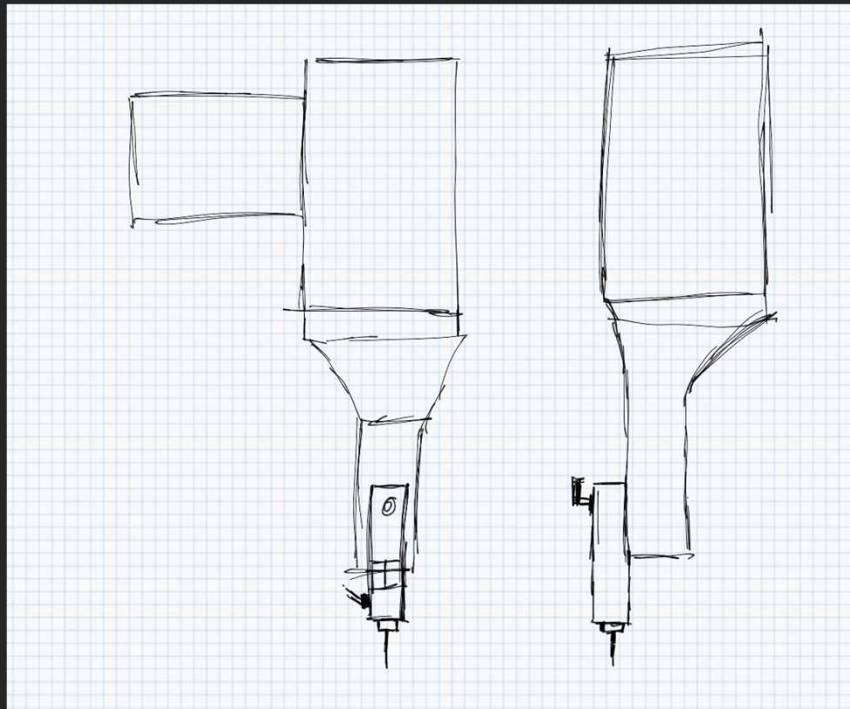
Festo  
17'000CHF

# Ersatz durch CoBot

- Was ist überhaupt ein CoBot?



# Ersatz durch CoBot



# CoBots

Teil	Daten	Ungefährer Preis in CHF
UR3e	500mm/3kg	25000
UR5e	850mm/5kg	30000
UR10e	1300mm/12.5kg	38000
UR16	900mm/16kg	40000
UR20	1750mm/20kg	49000
ABB GoFa	950mm/5kg	34000
IGUS ReBel	500mm/3kg not Safe	5600

# Weitere einsatzgebiete für CoBots



# Mein Fazit

## Entscheidungsmatrix

Entscheidungsmatrix		Variante ?					Bemerkung
		Punkte					
Kriterien		0	1	2	3	4	
Kosten	3	>25000	<20000	<15000	<10000	<5000	geschätzte kosten in CHF
Lebensdauer	2	100'000	500'000	1'000'000	2'000'000	>2'000'000	geschätzte Lebens Zyklen
Aufwand Bau	1	sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für den Bau
Aufwand Risikobeurteilung	2	sehr grosser aufwand	grosser aufwand	mittlerer aufwand	moderater aufwand	geringer aufwand	geschätzter aufwand für die Risikobeurteilung
Erweiterbarkeit	2	nicht erweiterbar	kaum erweiterbar	erweiterbar	gut erweiterbar	sehr gut erweiterbar	Einschätzung wie erweiterbar die Lösung ist
Modularität	3	nicht modular	schwierig mögliche Modularität	Modularität möglich	gute Modularität	sehr gute Modularität	Einschätzung wie Modular das das System ist. Wie einfach kann die Anlage in einen anderen Prozess
Arbeitsbereich	3	<200x200	200x200	250x250	300x300	>300x300	Arbeitsraum der Anlage
Parametrisierung	4	kann nicht verstellt werden	Muster kann nur wenig korrigiert werden	Muster kann Parametrisch verändert werden	Muster kann über Makro programmiert werden	Muster kann über Gcode oder DXF eingelesen werden	Wie kann die Anlage Programmiert werden
Möglichkeit für variable Z-Höhe	4	nicht oder von Hand verstellbar	zwei stufen Auto verstellbar	frei Auto verstellbar >20mm	frei Auto verstellbar 20mm-50mm	frei Auto verstellbar >50mm	Wie und wie weit kann die Z-Höhe verstellt werden

# Mein Fazit

Ergebnis der Entscheidungsmatrix

68



76

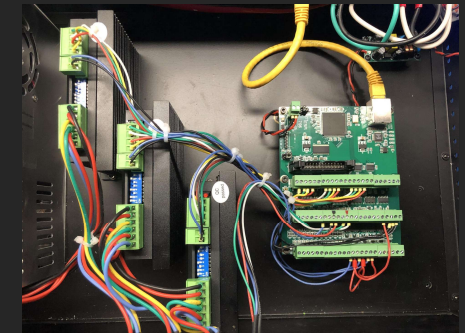


70

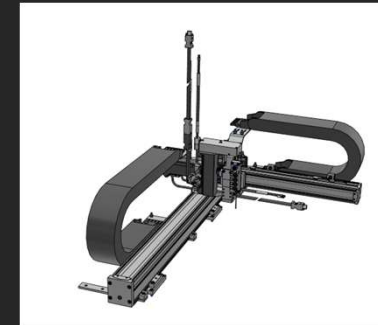
57



59



79



70

# Mein Fazit

- Mein Favorit:



## Risikoidentifizierung durch Anlagebetreiber

Ich suche möglichst alle Risiken, die bei der Umsetzung der Anlage auftreten könnten. Mach dir bitte Gedanken, was für Gefährdungen bei der neuen Anlage auftreten könnten. Dabei sollen alle Lebensphasen, Betriebszustände und bewusste wie unbewusste Bewegungen von verschiedenen Personen in Betracht gezogen werden.

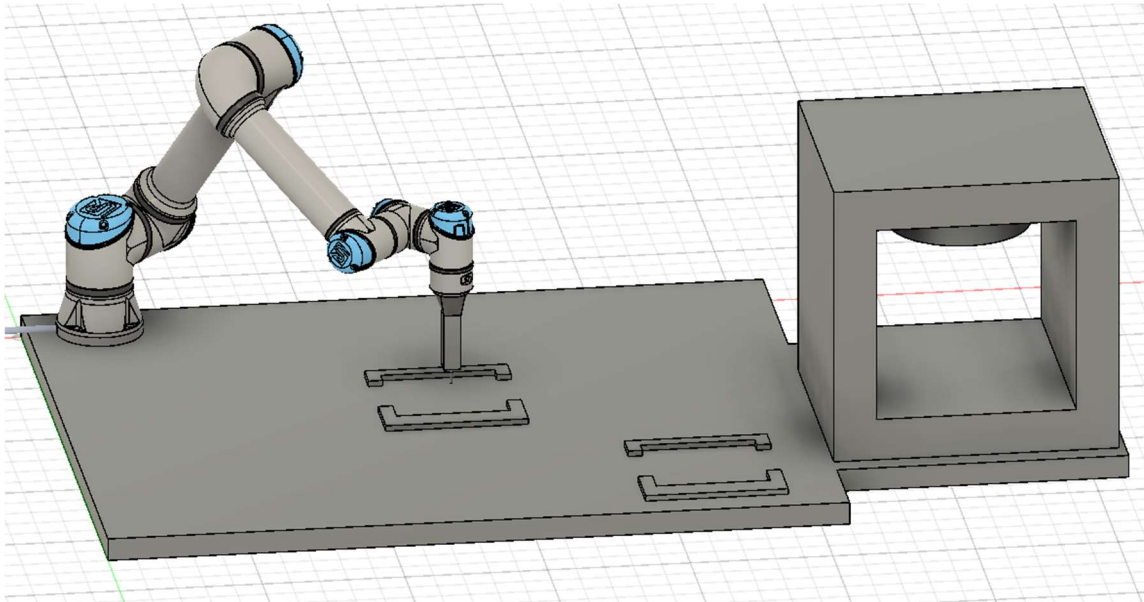


Abbildung 1: Auf dem Bild ist grob zusehen, wie die Anlage angedacht ist. Die Zeichnung ist nicht maßstabsgetreu.

Zur neuen Anlage gehört: die Leim-Druckerzeugereinheit, vorhanden Presse, neuer Roboter mit dem bestehenden Auslassventil.

Mögliche Lebensphasen:

- Montage
- Transport
- Inbetriebnahme
- Betrieb -> Beschicken, Entnahme, Leimprozess, Pressprozess
- Umrüsten
- Reinigung
- Wartung
- Fehlersuche
- Demontage

Mögliche Betriebszustände:

- Programmieren/Teaching
- Einrichten
- Automatik
- Manuel
- Störung

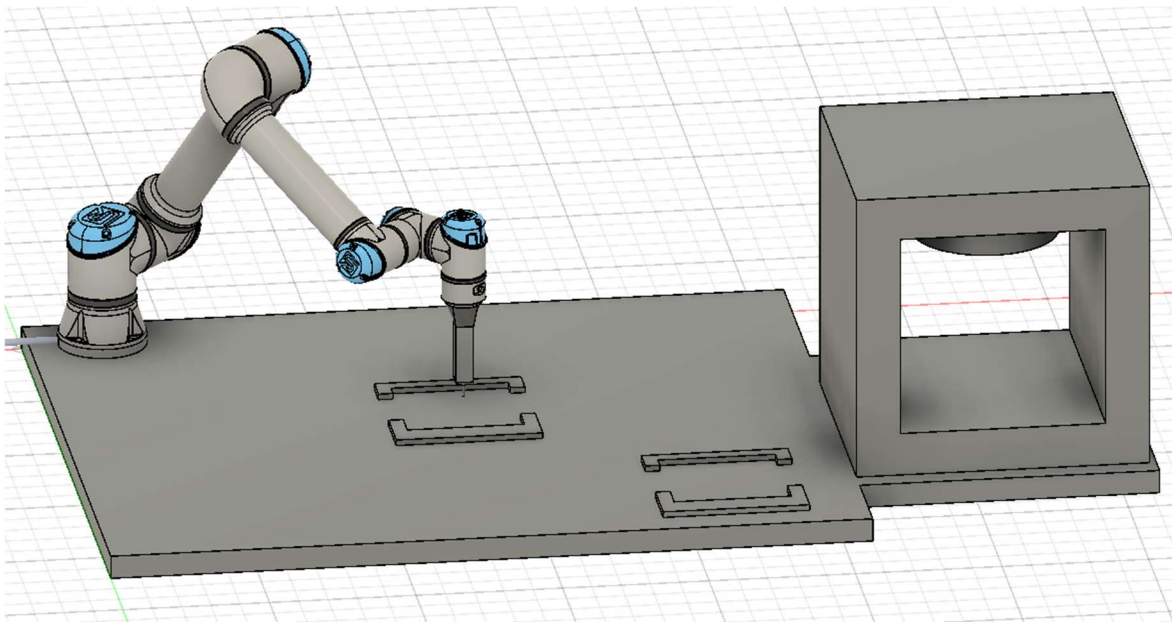


## Erste Phase der Risikobeurteilung

Die Dokumentation zur Risikobeurteilung richtet sich nach den Anforderungen Ziffer 7 der ISO-Norm 12100 «Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobewertung und Risikominderung».

### Grenzen der Maschine

Veranschaulichung der Anlage:



### Bestimmungsmässige Verwendung

Die Anlage ist dafür vorgesehen, die Dichtung des Produkts (Produkt Nr. 1811) aufzukleben. Dabei sind drei Schritte vorgesehen:

1. Leim auftragen (automatisch)
2. Dichtung einlegen (manuell)
3. Verpressen (automatisch)

Für die obengenannten Schritte sind beschriftete Stationen vorhanden, in die man das Produkt platzieren kann. Der Wechsel zwischen den drei Stationen wird manuell vom Bedienpersonal durchgeführt.

### Zeitliche Grenzen

Sicherheitsbauteile müssen nach Vorschrift des Herstellers gewartet und getauscht werden.

### Berechtigte Nutzer

Folgende Nutzergruppen sind vorgesehen:

1. Geschultes Bedienpersonal
2. Schulungspersonal (z.B. Gruppenleitende)
3. Montage-/Demontage-/Inbetriebsetzungs-Personal
4. Wartungs-/Störungs-Personal
5. Personen die vertraut mit der Risikobeurteilung sind

## Anhang 8: Risikobeurteilung gem. ISO12100

### Betriebsarten

Folgende Betriebsarten sind vorgesehen und dürfen durch die jeweilige Nutzergruppe bedient/bearbeitet werden:

Betriebsarten	Nutzergruppen
Automatik	Alle Nutzer
Reinigung	Alle Nutzer
Programmieren/Einrichten	3/4
Programmieren von Sicherheitsfunktionen	5

### Eingriffsmöglichkeiten

Folgende Interaktionen mit der Maschine sind vorgesehen:

- Beschickung und Entnahme von Produkten
- Veränderung von Parameter (Vorschub, Leimdruck, etc.)
- Wartung/Reinigung

### Gefährdete Personen

Folgende Personen könnten von der Maschine gefährdet sein:

- Geschultes Bedienpersonal
- Schulungspersonal (z.B. Gruppenleitende)
- Montage-/Demontage-/Inbetriebsetzungs-Personal
- Wartungs-/Störungs-Personal
- Personen von benachbarten Maschinen
- Unbeteiligte

### Vorhersehbare Fehlanwendung

Folgender Fehlanwendungen sind vorhersehbar:

- Deckel werden nicht auf die dafür vorgesehenen Flächen abgelegt
- Fehleinlegung in Stationen
- Einlegen von fehlerhaften Produkten
- In einen Automatikprozess dazwischen greifen

### Material

Es darf ausschliesslich das Produkt (Produkt Nr. 1811) auf der Anlage bearbeitet werden.

Es darf ausschliesslich geeignetes Klebmedium gemäss Einbauerklärung des Auslassventils und der Leimdruckerzeugereinheit verwendet werden. Zum Stand der Inbetriebnahme: Elastosil E43

Zur Reinigung darf ausschliesslich, ein in der Anleitung beschriebener, Reiniger verwendet werden.

### Annahmen zur Beurteilung

Folgende Annahmen zur Risikobeurteilung wurden getroffen:

- Maschine wird nur von einer Person bedient
- Maschine wird nur durch instruiertes/geschultes Personal bedient und gewartet

### Risikobeurteilungs Grundlagen

Die Risikobeurteilung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird durch die EN ISO 12100 sichergestellt. Der Risikobeurteilungsprozess wurde gemäss EN ISO 12100 durchgeführt. Um die Risiken korrekt einzustufen und spezifische Gefahren besser zu erkennen, wurden folgende Normen verwendet:

## Anhang 8: Risikobeurteilung gem. ISO12100

- ISO 12100 Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobewertung und Risikominderung
- ISO 10218-1 Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter
- ISO 10218-2 Roboter und Robotikgeräte - Sicherheitsanforderungen - Teil 2
- ISO TS 15066 Roboter und Robotikgeräte – Kollaborierende Roboter
- ISO 13854 Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
- ISO 13851 Sicherheit von Maschinen - Zweihandschaltungen - Funktionelle Aspekte und Gestaltungsleitsätze



## Ergebnis der Risikobeurteilung für Konstruktion

Folgend eine Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus der Risikobeurteilung für das weitere Vorgehen:

### Konstruktion

- Roboter soll auf dem Tisch so platziert sein, dass das Bedienpersonal nicht mit dem Kopf bis in den Arbeitsraum des Roboters gelangen kann.
- Bei Stillstand/Ruheposition der Anlage soll die Nadel des Auslassventils so platziert sein, dass kein gefährdender Kontakt möglich ist (z.B. dafür vorgesehene Verstauvorrichtung).
- Alle Kanten sollen grosszügig verrundet oder geschützt werden.
- Die Leimanlage und die Pressevorrichtung benötigen keine Zweihandauslösung.
- Alle Kabel sollen gut verlegt werden und wo nötig in einem Kabelkanal geführt werden.
- Alle offenen Pneumatik Ausgänge sind durch Schalldämpfer zu schützen.
- Arbeitshöhe und Arbeitsposition (Sitzend oder Stehend) soll noch überdacht werden.
- Beschriftung der einzelnen Arbeitsschritte.

### Programmierung

- Schutzzonen des Roboters sind so zu definieren, dass möglichst keine Quetsch- und Kollisionsstellen möglich sind.
- Zweihandauslösungen dürfen nicht mechanisch überbrückbar sein (z.B. feststellen eines Schalters).

### Nächste Schritte

Anhand dieser Dokumentation soll nun die Anlage konstruiert und geplant werden. Während dieser Phase soll die Risikobeurteilung als Grundlage verwendet werden. Nach der Konstruktion soll eine weitere Iteration des Risikobeurteilungsprozess durchgeführt werden. Bei diesem sollen alle bisherigen Risiken nochmals beurteilt werden und darauf geachtet werden, ob durch inhärent sichere Konstruktion eventuell andere Risiken entstanden sind. Diese sollen dann, wenn möglich konstruktiv nochmals geändert werden. Diese zwei Schritte werden so oft wiederholt, bis keine konstruktiven Verbesserungen mehr möglich sind. Jetzt kann die Maschine gebaut und programmiert werden. Bei Abschluss des Baus muss nochmals die Risikobeurteilung durchgeführt und klar dokumentiert werden, ob Risikomitigierungen erfolgreich waren. Nach oder während des gesamten Prozesses kann eine Betriebsanleitung erstellt werden, in der auf alle noch bestehenden Gefahren hingewiesen wird.

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>Führen Teams und Arbeitsgruppen mit oft internationaler, multikultureller Zusammensetzung und können Kaderfunktionen übernehmen. Dabei sind sie in einem Spannungsfeld von Anforderungen zwischen Mensch, Technik und Organisation.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>1</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage den Umbau einer Maschine mit mehreren Mitarbeitenden zu planen, koordinieren und durchzuführen.</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Die Maschine kann fristgerecht und funktionsfähig wieder in Betrieb genommen werden.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Die Mitarbeitenden wissen zu jedem Zeitpunkt was zu tun ist. Die Produktion auf der Maschine kann fehlerfrei und fristgerecht wieder aufgenommen werden.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>Projektmanagement</p>	

# Kompetenzkarte

<b>Handlung</b> sind im Rahmen ihres Auftrags und ihrer Verantwortung gefordert, selbständig Entscheidungen zu treffen. Es wird von ihnen erwartet, dass sie die Entscheidungen aufgrund von Informationen und mit ausreichender sachlicher Begründung fällen.	<b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b> 2
<b>Kompetenzbeschreibung</b> Ich bin in der Lage mehrere Umbau-Möglichkeiten einer Maschine zu erarbeiten und mich für eine Möglichkeit zu entscheiden.	
Fachkompetenz <input type="checkbox"/> Methodenkompetenz <input type="checkbox"/> Sozialkompetenz <input type="checkbox"/>	
<b>Endergebnisse</b> Die Maschine kann anhand meiner Ausarbeitungen umgebaut werden.	<b>Erfolgskriterien</b> Die Mitarbeitenden verstehen meine Umbau-Dokumentation und können diese Umsetzen. Die ausgewählte Möglichkeit vertritt die Interessen der Firma.
<b>Grundlagenwissen</b> C++ SPS Regeltechnik Robotik	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>haben in ihrem Umfeld mit Projekten zu tun. Je nach Aufgabenbereich arbeiten sie in Projekten mit oder sie planen und leiten solche.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>3</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage in Projekten Prioritäten zu setzen und diese Umzusetzen.</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Die Projekte können erfolgreich abgeschlossen werden.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Die Mitarbeitenden verstehen meine Entscheidungen.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>Projektmanagement</p>	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>Verfassen Berichte professionell und in einer für die Adressaten verständlichen Weise.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>Prozess 4</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage für meinen Vorgesetzten und weitere Mitarbeitende Änderungen schriftlich und verständlich zu dokumentieren.</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input checked="" type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input checked="" type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Mitarbeitenden können die Änderungen selbstständig erkennen und nachvollziehen.</li> </ul>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es gibt keine Rückfragen bezüglich der Dokumentation.</li> <li>Auch bei meiner Abwesenheit sind die Änderungen sowie der Prozess nachvollziehbar.</li> </ul>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schriftliche Kommunikation</li> </ul>	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>Unterstützen die Botschaften mit geeigneten grafischen und medialen Elementen.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>Prozess 5</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage einem Lernenden, anhand eines Schmierplanes, die Häufigkeit und Durchführung eines Ölwechsels zu erklären.</p> <p style="text-align: right;">Fachkompetenz <input checked="" type="checkbox"/> Methodenkompetenz <input checked="" type="checkbox"/> Sozialkompetenz <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die lernende Person ist in der Lage, die Häufigkeit eines Ölwechsels zu erkennen und den Ölwechsel durchzuführen.</li> </ul>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Lernende erkennt anhand des Schmierplanes selbstständig, wann der Ölwechsel durchzuführen ist.</li> <li>Der Lernende erkennt anhand des Schmierplanes selbstständig, wie ein Ölwechsel durchzuführen ist.</li> </ul>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentationstechnik</li> </ul>	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>sind Teil der geschäftlichen Abläufe eines Unternehmens. Oft sind sie beauftragt, die Prozesse mit zu gestalten oder sie haben die Einhaltung mit zu verantworten.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>6</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage einen Teilprozess einzuführen.</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Es existiert ein Prozess, welcher definiert, wie ein Werkzeug den gesamten Wartungsprozess durchläuft.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Ich verstehe den Gesamtprozess und kann daraus meinen Teilprozess ableiten.</p> <p>Der Prozess ist effizient und zielführend.</p> <p>Mitarbeitende verstehen den Prozess und setzen diesen um.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>Betriebswirtschaft</p>	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>arbeiten aufgrund definierter Strategien und Zielsetzungen der Geschäftsleitung. Durch ihre Fach- und Führungsverantwortung im unteren und mittleren Kader sind sie direkt am Geschäftserfolg beteiligt</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>7</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich verstehe die Geschäftsziele und vertrete sie gegenüber den Mitarbeitenden.</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Die Geschäftsziel werden durch mich sowie meine Mitarbeitenden umgesetzt.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Ich setzte sie Geschäftsziele um und weise auf Verbesserungen hin. Mitarbeitende sehen mich als Vorbild.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>Betriebswirtschaft</p>	

## Kompetenzkarte

<b>Handlung</b> befinden sich persönlich sowie als Team in einer Arbeitsumgebung, die für alle Beteiligten wichtig ist. Es geht darum, qualitativ hochstehende Arbeitsergebnisse zu erzielen und dabei die Arbeitssicherheit zu berücksichtigen. Dabei gilt es Regelungen und Normen einzuhalten und Massnahmen umzusetzen. Ressourcen müssen sorgfältig und sparsam genutzt und die Umwelt und das Klima verantwortlich geschützt werden.	<b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b> 8
<b>Kompetenzbeschreibung</b> Ich setze mich für die Arbeitssicherheit ein, indem ich das Brandschutzkonzept erneuert habe. <div style="text-align: right;">           Fachkompetenz <input type="checkbox"/>            Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>            Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </div>	
<b>Endergebnisse</b> Das Brandschutzkonzept ist erneuert und wird umgesetzt.	<b>Erfolgskriterien</b> Das Brandschutzkonzept ist für interne sowie externe (z.B. Feuerwehr, Kontrollstellen, ...) verständlich. Die Mitarbeitenden wissen, was im Notfall zu tun ist. Die Produktion wird bei Fehlalarm nicht mehr eingeschränkt.
<b>Grundlagenwissen</b> Projektmanagement Robotik (Prozesssicherheit)	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>werden oft mit unerwarteten technischen Problemen konfrontiert. Sie suchen in ihrem Tätigkeitsbereich nach den Ursachen und lösen die Probleme in einem systematischen und kreativen Vorgehen</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>9</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich erkenne Probleme an einer bestehenden Anlage und bin im Stande diese zu beheben.</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Die Anlage kann zeitnah wieder in Betrieb genommen werden.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Das Problem ist nachhaltig behoben.</p> <p>Die Anlage wird mit dem kleinstmöglichen Produktionsunterbruch in Betrieb genommen.</p> <p>Bei Bedarf werden Fachpersonen beigezogen.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>SPS</p> <p>Robotik</p>	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>sind einem Umfeld ausgesetzt, in dem ständig neue Technologien Einzug halten und das sich schnell neuen Marktanforderungen anpassen muss. Entsprechend sind sie gefordert, sich zu entwickeln und sich weiter zu bilden. Oft ergibt sich die Notwendigkeit einer Weiterbildung mit einer höheren Qualifizierung.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>10</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich erkenne meinen Weiterbildungsbedarf und organisiere geeignete Schulungsmöglichkeiten (bspw. CNC-Weiterbildung oder Revisionskurs).</p> <p style="text-align: right;">                 Fachkompetenz <input type="checkbox"/>                  Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>                  Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Ich bleibe mit meinem Wissen auf dem neuesten Stand der Technik.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Ich besuche regelmässige Weiterbildungen. Ich informiere mich zu Neuerungen.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>Kompetenzmanagement</p>	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>entwickeln elektronische oder elektrotechnische Schaltungen zur Steuerung von Geräten, Maschinen oder Anlagen. Dabei analysieren sie die geforderten Funktionen und entwerfen Schaltungen in aktueller Technologie. Sie berücksichtigen sicherheitstechnische Aspekte, die Zuverlässigkeit und die Energieeffizienz der angewandten Technik.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>11</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage eine individuelle Sensorlösung für eine Messstation zu entwickeln und umzusetzen.</p> <p style="text-align: right;">       Fachkompetenz <input type="checkbox"/>        Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>        Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Es existiert eine funktionsfähige und zielführende Messstation.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Die Messstation kann ortsunabhängig genutzt werden.</p> <p>Die Sensordaten sind in einem Format, dass sich auswerten lässt.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>C++</p> <p>Messtechnik</p>	

# Kompetenzkarte

<b>Handlung</b> gehört die Entwicklung von hardwarenahen Programmen, die beim Lösen von steuerungstechnischen Problemen zum Einsatz kommen. Sie entwerfen je nach Anwendung Software für Mikroprozessoren, speicherprogrammierbare Steuerungen oder wenden Simulationsprogramme für Anlagen an. Dabei analysieren sie die geforderten Funktionen und setzen sie in ein Programm um.	<b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b> 12
<b>Kompetenzbeschreibung</b> Ich programmierte eine SPS für die Schmierung einer Anlage. <div style="text-align: right;">           Fachkompetenz <input type="checkbox"/>            Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>            Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </div>	
<b>Endergebnisse</b> Der Schmierprozess der Anlage wurde optimiert.	<b>Erfolgskriterien</b> Mitarbeitende müssen nicht mehr regelmässig manuell schmieren. Schmierung kann parametrisch angepasst werden.
<b>Grundlagenwissen</b> SPS Programmieren	

# Kompetenzkarte

<b>Handlung</b> konzipieren, berechnen und simulieren elektrische und elektronische Steuerungen für Geräte, Maschinen und vernetzte Anlagen. Dabei evaluieren sie Komponenten und berechnen deren Einsatz für eine sichere, zuverlässige und energieeffiziente Funktion. Sie erstellen die dazu notwendigen Schemata sowie die nach den Richtlinien geforderten technischen Unterlagen.	<b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b> 13
<b>Kompetenzbeschreibung</b> Ich bin in der Lage ein Ersatz einer Anlage zu konzipieren und zu dokumentieren. <div style="text-align: right;">           Fachkompetenz <input type="checkbox"/>            Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>            Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </div>	
<b>Endergebnisse</b> Die neue Anlage ersetzt die Funktionen der Alten und erweitert diese.	<b>Erfolgskriterien</b> Funktionen der alten Anlage sind in der neuen integriert. Sicherheitsstandards gemäss Richtlinien wurden eingehalten.
<b>Grundlagenwissen</b> SPS Robotik Elektrotechnik	

# Kompetenzkarte

<b>Handlung</b> sind oft in der Montage und Inbetriebsetzung von elektronisch gesteuerten oder geregelten Geräten, Maschinen oder Anlagen tätig. Dabei sind sie gefordert spontan Lösungen zu finden und systematisch zu optimieren bis alle Teile zuverlässig und nach den jeweiligen Spezifikationen funktionieren.	<b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b> 14
<b>Kompetenzbeschreibung</b> Ich bin in der Lage eine Anlage in Betrieb zu setzen (Bps. Schmieranlage). <div style="text-align: right;">           Fachkompetenz <input type="checkbox"/>            Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>            Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </div>	
<b>Endergebnisse</b> Die Schmieranlage funktioniert zuverlässig.	<b>Erfolgskriterien</b> Die Schmiermenge ist optimiert. Schmiermenge kann parametrisch geändert werden.
<b>Grundlagenwissen</b> SPS Robotik Elektrotechnik	

# Kompetenzkarte

<p><b>Handlung</b></p> <p>sind beim Betrieb von Geräten, Maschinen oder Anlagen für die zuverlässige Funktion zuständig. Dazu analysieren sie auftretende Störungen und treffen Wartungs- oder präventive Massnahmen. Sie erstellen Erneuerungskonzepte für elektrische Geräte oder Anlagen und setzen diese um.</p>	<p><b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b></p> <p>15</p>
<p><b>Kompetenzbeschreibung</b></p> <p>Ich bin in der Lage Fehler einer Anlage zu erkennen und dies fachgerecht zu löschen (Bsp. Auswurfkontrolle).</p> <p style="text-align: right;">Fachkompetenz <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">Methodenkompetenz <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">Sozialkompetenz <input type="checkbox"/></p>	
<p><b>Endergebnisse</b></p> <p>Auswurfkontrolle wird nun durch Sensoren überwacht.</p>	<p><b>Erfolgskriterien</b></p> <p>Anlage stoppt bei Fehler aufgrund sensorischer Auswurfkontrolle.</p> <p>Anlage minimiert Beschädigungen an Werkzeugen.</p>
<p><b>Grundlagenwissen</b></p> <p>SPS</p> <p>Robotik</p> <p>Elektrotechnik</p> <p>Messtechnik</p>	

## Kompetenzkarte

<b>Handlung</b> konzipieren Mess- und Prüfverfahren, erstellen Versuchsaufbauten, führen Leistungs- und Funktionsberechnungen durch, messen und bewerten elektrische sowie nichtelektrische Grössen	<b>Handlungsfeld / Fachbereich / Prozess</b> 16
<b>Kompetenzbeschreibung</b> Ich bin in der Lage eine Prüfanlage für z.B. eine Druckprüfung zu konzipieren. <div style="text-align: right;">           Fachkompetenz <input type="checkbox"/>            Methodenkompetenz <input type="checkbox"/>            Sozialkompetenz <input type="checkbox"/> </div>	
<b>Endergebnisse</b> Die Prüfanlage ist funktionsfähig.	<b>Erfolgskriterien</b> Die Prüfanlage ist fähig auszugeben, ob die Druckprüfung erfolgreich war. Wenn nein, soll die Ursache ausgegeben werden.
<b>Grundlagenwissen</b> SPS Robotik Elektrotechnik Messtechnik	