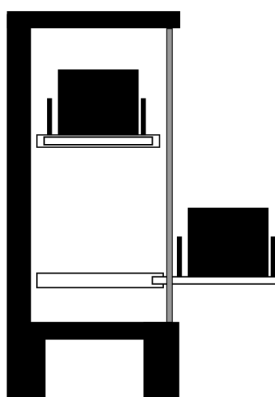


DIPLOMARBEIT



Sauberkeitsschleuse für seltene
Gewichtsklassen von Schmiedepleuel

Konstruktion

Michael Hehenberger

5BHME

Betreuer: Prof. Dipl.-Ing. Burkhard Reichl

Elektronik

Michael Reinegger

5BHME

Betreuer: Prof. Dipl.-Ing. Burkhard Reichl

ausgeführt im Schuljahr 2019/20

Abgabevermerk:

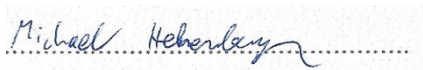
Datum: 03.04.2020

übernommen von:

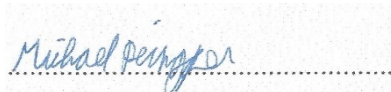
I. Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

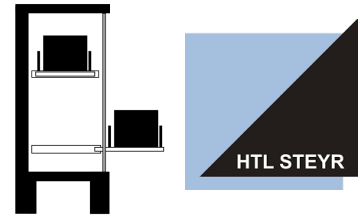
Michael Hehenberger 5BHME – 10

A handwritten signature in blue ink on a light blue dotted line background. The signature reads "Michael Hehenberger".

Michael Reinegger 5BHME – 22

A handwritten signature in blue ink on a light blue dotted line background. The signature reads "Michael Reinegger".

Steyr, am 01.04.2020



II. Abstract

II. Abstract

Namen der Verfasser	Michael Hehenberger Michael Reinegger	
Jahrgang Schuljahr	2019/20 5BHME	
Thema der Diplomarbeit	Sauberkeitsschleuse für seltene Gewichtsklassen von Schmiedepfeuel	
Kooperationspartner	BMW Group Steyr	
Aufgabenstellung	Jedes Schmiedepfeuel wird einer Gewichtsklasse zugeteilt, diese Verteilung entspricht annähernd der Gauß'schen Glockenkurve. Deshalb fallen manchmal Pfeuel links und rechts in eine andere Gewichtsklasse. Diese werden solange gesammelt, bis eine Kiste, in der die Pfeuel gelagert werden, voll ist. Da dies bis zu 2 Tage dauern kann, verschmutzen diese an der Hallenluft dementsprechend.	
Realisierung	Es ist ein System zu entwickeln, welches Verschmutzung der Pfeuel durch die Hallenluft verhindert beziehungsweise auf ein Minimum reduziert. Dieses System soll durch ein Lehrlingsprojekt im Hause BMW umgesetzt werden.	
Ergebnis	Ein fertig ausgearbeitetes Konzept zur direkten Weitergabe an die BMW. Dieses beinhaltet die Werkstätten-Zeichnungen, eine Stückliste der genormten Komponenten und ein Flussdiagramm zur Programmerstellung. Diese Stückliste enthält alle elektronischen, pneumatischen und sonstigen Maschinenelemente, die direkt zugekauft werden können.	
Möglichkeiten der Einsichtnahme in die Arbeit		
Approbation (Datum / Unterschrift)	Prüfer/Prüferin	Direktor/Direktorin Abteilungsvorstand/Abteilungsvorständin



III. Abstract (Englisch)

III. Abstract (Englisch)

Authors	Michael Hehenberger Michael Reinegger
From Academic year	2019/20 5BHME
Topic	Cleanliness lock for rare weight classes of forged connecting rods
Co-operation partner	BMW Group Steyr

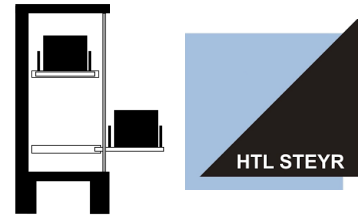
Assignment of tasks	Each forged connecting rod is assigned to a weight class and the distribution corresponds approximately to the Gaussian bell curve. This results into outlier, which are assigned to rare a weight class. These are collected until there are enough to fill a box. Since this can take up to 2 days, the particles in the hall air start to pollute the connecting rods.
---------------------	---

Realisation	It is a system to develop, that prevents the connecting rods from being contaminated by the hall air or reduces them to a minimum. This system is to be manufactured by a trainee project at BMW.
-------------	---

Results	A fully developed concept for direct transmission to BMW. This includes the workshop drawings, a parts list of the standardized components and a flow chart for program creation. This parts list contains all electronic, pneumatic and other machine elements that can be bought at the market.
---------	---

Accessibility of Diploma Thesis	
---------------------------------	--

Approval (Date / Signature)	Examiner	Head of College / Department
--------------------------------	----------	------------------------------



IV. Vorwort

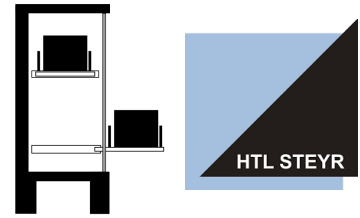
IV. Vorwort

Diese Diplomarbeit wurde durch die Firma BMW Group Steyr ermöglicht. Unser Dank gilt unserem externen Betreuer Karl Flucher und unserem internen Betreuer Prof. Dipl.-Ing. Burkhard Reichl für ihre Unterstützung. Bei den Firmen B&R Industrial Automation GmbH, Festo GesmbH, Eaton Electric GmbH und RS Components Handelsges.m.b.H bedanken wir uns ebenfalls für die Bereitstellung der Bilderrechte zur Verwendung in dieser Arbeit.

Aufgeteilt wurde die Arbeit in zwei Teile: in Konstruktion und Elektronik. Die Konstruktion wurde von Michael Hehenberger übernommen und die Elektronik von Michael Reinegger.

Die Konstruktion umfasst ein 3D-Modell, 2D-Ableitungen für alle Teile, die gefertigt werden müssen und Komponenten, die zugekauft werden.

Die Elektronik beinhaltet einen Schaltplan, einen Pneumatik-Plan und den logischen Programmablauf. Alle Komponenten wurden entsprechend ausgewählt und dimensioniert.



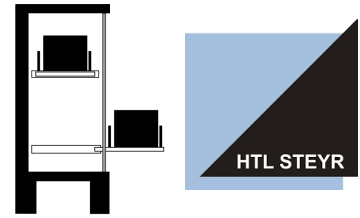
Inhaltsverzeichnis

I.	<u>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</u>	2
II.	<u>ABSTRACT</u>	3
III.	<u>ABSTRACT (ENGLISCH)</u>	4
IV.	<u>VORWORT</u>	5
V.	<u>EINLEITUNG</u>	9
1.	<u>KONZEPTPHASE</u>	10
1.1	<u>ERSTELLEN VON KONZEPTEN</u>	10
1.1.1	LUFTVORHANG	10
1.1.2	SCHIEBEELEMENTE	11
1.1.3	PLANE	12
1.1.4	FALTSCHIEBETOR	13
1.1.5	SEKTIONSSCHLEUSE	14
1.2	<u>AUSWAHL EINES KONZEPTE</u>	15
1.2.1	PAARWEISER-VERGLEICH	15
1.2.2	NUTZWERTANALYSE	18
2.	<u>KONSTRUKTION</u>	22
2.1	<u>ALLGEMEINES</u>	23
2.1.1	FERTIGUNG	23
2.1.2	PROGRAMME	23
2.2	<u>EPP-BEHÄLTER-HALTERUNG</u>	24
2.2.1	EPP-BEHÄLTER	24
2.2.2	HALTEBLECH	25
2.2.3	FESTIGKEITSANALYSE	25
2.2.4	TELESKOPSCIENE	28
2.3	<u>GERÜST</u>	30
2.3.1	VERBINDUNGSELEMENTE	31
2.3.2	ABDECKUNGEN	32
2.3.3	BODENMONTAGE	33



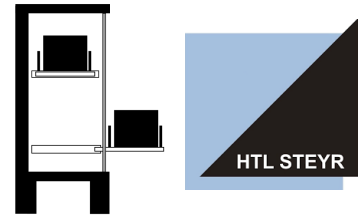
Inhaltsverzeichnis

2.4	BLECHE	34
2.4.1	RÜCKWAND	34
2.4.2	SEITENWÄNDE	35
2.4.3	BODENBLECH	36
2.4.4	DECKE	37
2.5	TOR	38
2.5.1	TORELEMENTE	38
2.5.2	SCHARNIER	39
2.5.3	LAUSCHIENEN	40
2.5.4	LAUFROLLEN UND ADAPTER	41
2.6	DICHTUNGEN	42
2.6.1	SCHRAUBEN UND MUTTERN	43
2.6.2	STATISCHE DICHTUNG	43
2.6.3	BODENDICHTUNG	44
2.6.4	ZARGENDICHTUNG	44
2.6.5	SCHARNIERDICHTUNG	45
2.6.6	DICHTBAND	45
3.	ELEKTRONIK	46
3.1	SCHALTPLAN	46
3.1.1	AUFBAU	46
3.1.2	FUNKTIONSWEISE	47
3.2	SPS	47
3.2.1	STEUERUNGSEINHEIT X20CP1584	48
3.2.2	I/O-MODULE	49
3.3	NETZTEIL	51
3.4	ENDLAGENSCHALTER	51
3.5	MAGNETVENTILE	52
3.6	FÜßSCHALTER	52
3.7	MOTOR	53
3.7.1	AUSLEGUNG DER SEILTROMMEL	53
3.7.2	BERECHNUNG DER MOTORLEISTUNG	53
3.7.3	AUSWAHL EINES MOTORS	55
3.7.4	RÜCKRECHNEN DER TATSÄCHLICHEN LEISTUNG DIE DER MOTOR UMSETZT	56
3.8	MOTORSTEUERUNG	57
4.	PNEUMATIK	58
4.1	SCHALTPLAN	58



Inhaltsverzeichnis

4.2	VENTILE	59
4.3	DRUCKREGLER	60
4.4	RÜCKSCHLAGVENTILE	60
4.5	ANSCHLÜSSE	61
4.6	PNEUMATIK-VERBINDUNG	61
5.	SOFTWARE	62
5.1	ANFORDERUNGEN AN DAS PROGRAMM	62
5.2	LOGISCHER ABLAUF	63
5.2.1	FLUSSDIAGRAMM	63
5.2.2	BESCHREIBUNG	64
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	66
VII.	SUMMARY	67
VIII.	TABELLENVERZEICHNIS	68
IX.	BILDVERZEICHNIS	69
X.	QUELLENVERZEICHNIS	71
XI.	ANHANG	74



V. Einleitung

Diese Arbeit umfasst die konzeptionelle Auslegung eines Systems, welches Schmiedepfeiler vor der verschmutzten Hallenluft in der Fertigung schützen soll. Um eine optimale Lösung zu erreichen, wurden zuerst mehrere Konzepte erstellt. Diese wurden dann mit einer Nutzwertanalyse bewertet und das beste Konzept wurde ausgearbeitet.

Die Ausarbeitung erfolgte in zwei Teilen. Der erste Teil ist die Konstruktion, welche sich mit dem mechanischen Aufbau befasst. Dieser besteht aus dem Öffnungsmechanismus des Tors und die luftdichte Versiegelung des Schrankes im geschlossenen Zustand. Der zweite Teil umfasst die Elektronik, Pneumatik sowie die Software. Hierbei wurden jeweils Schaltpläne gezeichnet und Komponenten dimensioniert, wobei beim Programm der logische Ablauf in Form eines Flussdiagrammes ausgearbeitet wurde.

Die Fertigung des ausgearbeiteten Konzepts ist nicht Teil dieser Diplomarbeit, da diese in der Firma BMW Group Steyr als Lehrlingsprojekt durchgeführt werden soll.

1. Konzeptphase

1. Konzeptphase

1.1 Erstellen von Konzepten

1.1.1 Luftvorhang

Konzept 1 basiert auf einem Luftvorhang, wie er in Geschäften im Eingangsbereich verwendet wird. Dabei erzeugt ein Gebläse einen gleichmäßigen Luftstrom, der die Luft von außen abhält in den Geschäftsbereich ein zu dringen. Damit wird einerseits erschwert, dass Partikel eintreten, andererseits kann der Wärmeaustausch minimiert werden. In diesem Fall wird so verhindert, dass die verschmutzte Hallenluft Partikel zu den Pleueln trägt. Hierbei entsteht im Innenbereich eine gleichbleibende Strömung. Diese hat den Vorteil, dass sich Partikel nicht so leicht an die Pleuel legen. Beim Bestücken des Kastens mit den Pleueln entsteht jedoch eine Verwirbelung der Luft, die es ermöglicht, dass Partikel in den sauberen Bereich eindringen können. Ebenfalls muss das

Gebläse muss entweder saubere Luft durch einen eigenen Anschluss erhalten oder die angesaugte Luft muss vorher durch einen Filter gereinigt werden, um die Sauberkeit der Pleuel zu gewährleisten.

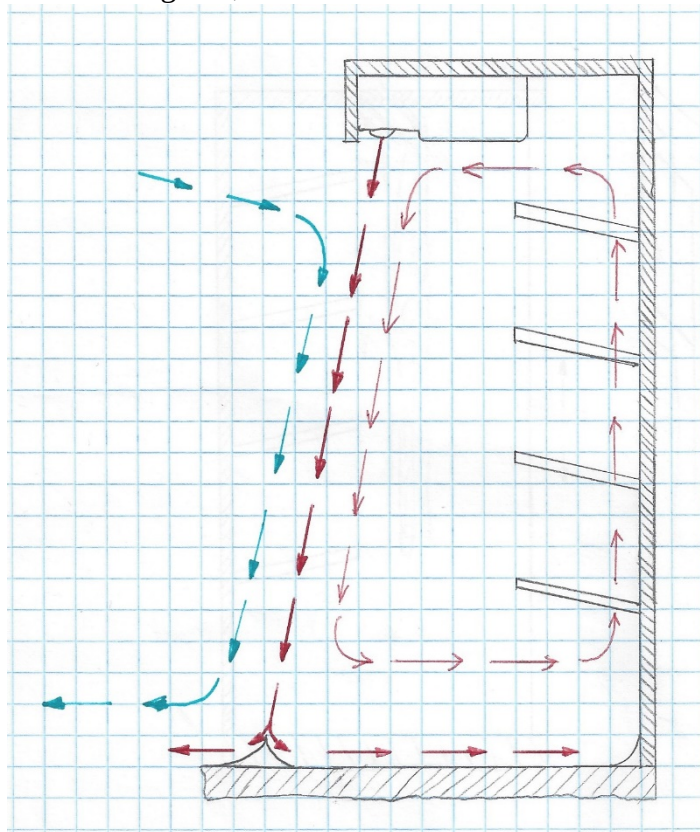
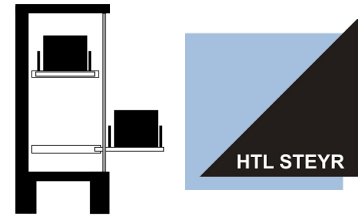


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.1
Luftvorhang



1. Konzeptphase

1.1.2 Schiebeelemente

Dieses Konzept ist an eine Poolüberdachung angelehnt. Eine solche Überdachung besteht aus mehreren Elementen, welche sich entweder übereinander oder ineinander Schieben lassen, um so den benötigten Platz zu minimieren. Entgegen der normalerweise horizontalen Bauweise sind die Schiebeelemente vertikal angeordnet. Dabei ist das größte Element oben und das kleinste unten. Ebenfalls befindet sich der Aktor zum Heben und Senken der Elemente auf der Konstruktion oben. Vorteile dieses Konzeptes sind unter anderem: das Eigengewicht im geschlossenen Zustand, welches beim Abdichten hilft, und der einfachen Bewegung der Elemente, dass durch der direkten Verbindung des Aktors zum Untersten Element und Anschläge der Elemente zueinander, verwirklicht werden kann. Entgegen spricht jedoch, dass für jedes Element eine eigene Führung benötigt wird.

1. Konzeptphase

1.1.3 Plane

Bei diesem Konzept werden die Pleuel von der Hallenluft über eine Plane getrennt. Diese Plane wird von einem Motor in einer Führung gespannt. Zum Öffnen der Plane wickelt eine federgespannte Rolle die Plane wieder auf, diese sitzt gegenüber dem Motor. Die Führungen halten einerseits die Plane seitlich fest, andererseits übernehmen sie auch die Aufgabe der Abdichtung gegenüber den Partikeln. Das Abdichten erfolgt über eine aufblasbare Dichtung. Diese dehnt sich erst aus, wenn die Plane am Endpunkt angelangt ist und ein Endschalter dies erkennt hat, um so den Motor möglichst wenig Widerstand zu geben und die Öffnungs- und Schließzeit zu minimieren. Über längere Zeit hinweg bildet sich jedoch ein Öl-, Partikelfilm auf der Plane. Durch das regelmäßige Auf- und Abwickeln überträgt sich dieser jedoch nach der Zeit auf die Innenseite der Plane, womit die Reinheit der Pleuel in Gefahr gerät.

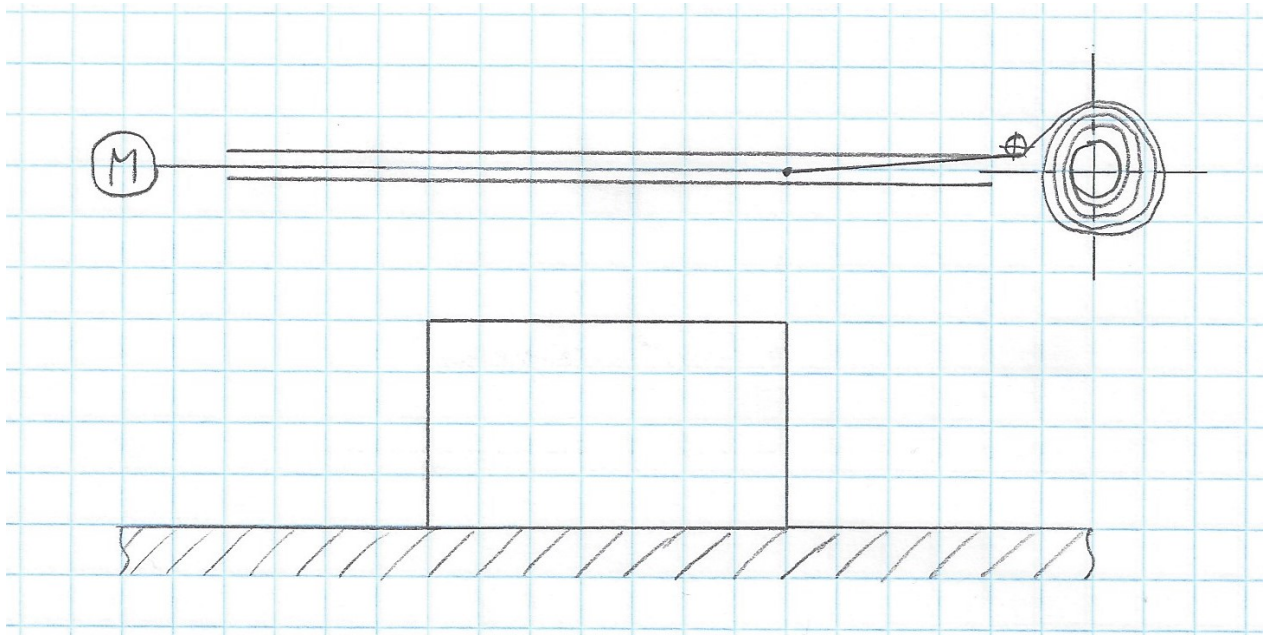


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.2 Horizontal montierte Plane

1. Konzeptphase

1.1.4 Faltschiebetor

Hierbei handelt es sich um vertikale Elemente, die untereinander verbunden sind. Diese Elemente sind oben und unten in Führungen gelagert. Durch einen Aktor knicken die Elemente an den vorgesehenen Stellen ein und schieben sich ähnlich einer Ziehharmonika von der Mitte ausgehend zusammen. Der benötigte Bauraum für die zusammengefalteten Elemente sorgt dafür, dass auf beiden Flügelseiten jeweils ein Teil nicht zur Pleuellagerung verwendet werden kann. Bei dieser Variante müssen die Dichtungen zwischen den 2 mittleren Elementen, sowie an den Führungen, an die bewegenden Elemente angepasst werden. Beim Öffnen des Kastens entsteht eine Quetschgefahr für den Arbeiter, durch die zusammenfaltenden Bauteile, welche schwer durch Sensoren sicherbar ist.

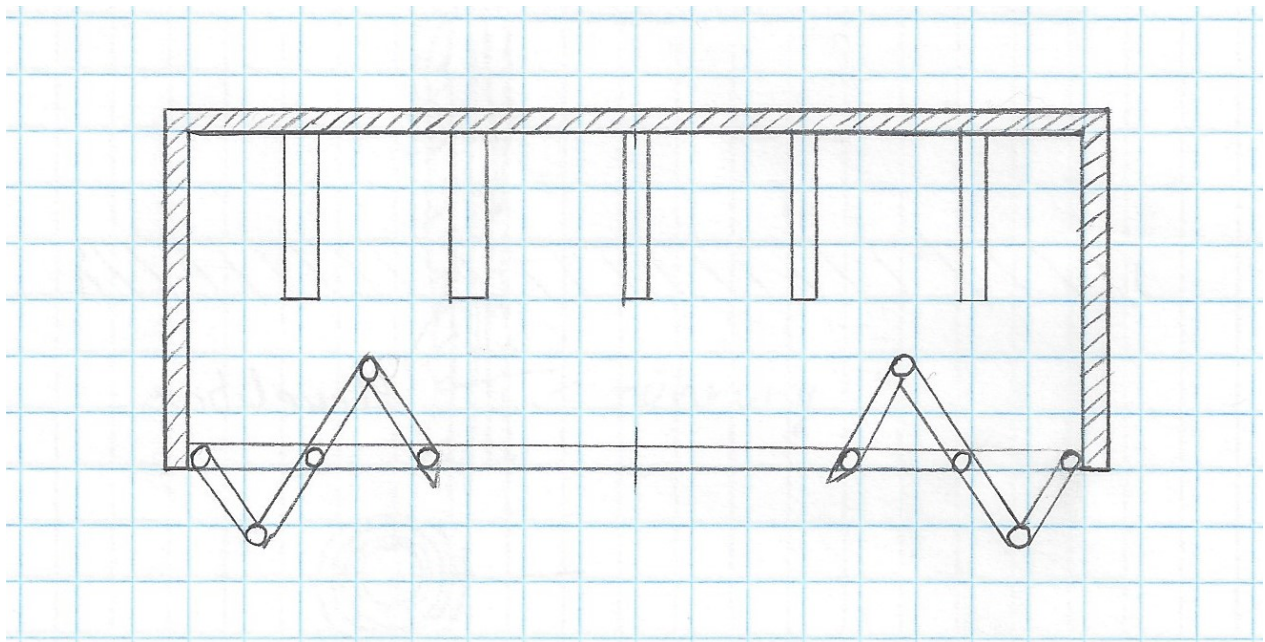
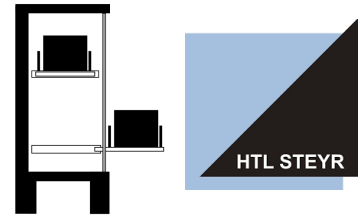


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.3 Faltschiebetor (Oberansicht)



1. Konzeptphase

1.1.5 Sektionsschleuse

Typischerweise werden Sektionaltore bei Garagen oder Werkstätten verwendet. Dabei zeichnen sie sich vor allem bei der unterschiedlichsten Baugröße aus. Das Tor selbst besteht aus horizontalen Elementen, die miteinander über Scharniere verbunden sind. Diese bewegen sich entlang von Laufschienen, welche im Innenbereich, des abzutrennenden Bereiches, als erstes nach oben und danach nach hinten verlaufen. Das birgt den Vorteil, dass das Tor wenig Eigenraum benötigt. Ebenso wird durch den Verlauf der Schienen die Verwendung mancher Dichtungen näher gebracht beziehungsweise vereinfacht. Der Aktor sitzt normalerweise mittig im Innenbereich zwischen den Laufschienen, wobei dieser nahezu nur eine horizontale Kraft ausübt. Für die vertikale Kraft ist das Tor an einer Torsionsfeder befestigt, dadurch wird der Motor entlastet. Die Feder wird beim Senken des Tores gespannt und entspannt sich wieder beim Öffnen des Tores.



1. Konzeptphase

1.2 Auswahl eines Konzeptes

Die Auswahl des Konzeptes, welches dann im späteren Verlauf der Diplomarbeit näher ausgearbeitet werden soll, erfolgt durch eine Nutzwertanalyse. Dabei wird die Funktionsweise, der Öffnungsmechanismus des Tors, die Aktorik zum Öffnen der Schleuse, Wirtschaftlichkeit für das Unternehmen und weitere Aspekte betrachtet.

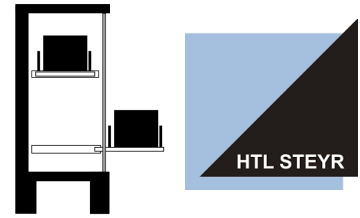
Zu Beginn wurden 5 Konzepte erstellt. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse wurde dann das beste ausgewählt.

1.2.1 Paarweiser-Vergleich

Eine Nutzwertanalyse besteht aus zwei Teilen: dem Paarweisen-Vergleich und der Nutzwertanalyse. Als erstes wird der sogenannte Paarweiser-Vergleich durchgeführt. Dieser wird ausgeführt, indem man zuerst eine Liste an Attributen, welche für die Auslegung des Konzepts wichtig sind, erstellt. Diese Attribute sind zum Beispiel Sicherheit, Kosten oder Lautstärke. Danach werden die Eigenschaften des Konzepts in einer Matrix wie in *Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.1* eingetragen.

Für die Funktionsweise des Tors, der Aktoren und des Öffnungsmechanismus wurden folgende Attribute ausgewählt:

- Geschwindigkeit: Wie schnell lässt sich das Tor öffnen und schließen?
- Lautstärke: Wie viel Lärm produziert das Tor beim Öffnen und Schließen?
- Sicherheit: Wie sehr ist der Mitarbeiter beim Öffnen und Schließen des Tors gefährdet, verletzt zu werden?
- Handhabung: Gibt an, wie leicht das Tor zu bewegen ist und wie viel Platz es dabei benötigt.
- Verschiedene Klassen: Sagt aus, ob sich in den Schrank bei dieser Funktionsweise mehrere Kisten stellen lassen oder nur eine.



1. Konzeptphase

- Kosten: Wie viel kostet die Umsetzung dieses Konzepts?
- Wartung: Wie oft muss das Konzept gewartet werden und wie aufwendig ist die Wartung selbst?
- Stückzahl: Gibt an, wie viele Schmiedepfeile beim jeweiligen Konzept in den Schrank passen.
- Energieverluste: Bedeutet hier, wie dicht ein Schrank sein kann und wie viel Druckluft durch Leckagen verloren geht.
- Ergonomie: Wie sehr muss sich der Mitarbeiter an das Konzept anpassen bzw. wie gut lässt sich das Konzept an den Arbeitsplatz des Personals anpassen, ohne diesen einzuschränken?
- Sauberkeit: Wie viel Schmutz kann durch das jeweilige Konzept in das Innere der Schleuse gelangen?
- Umsetzung: Wie leicht kann ein Konzept realisiert werden bzw. wie effizient ist es?
- Ansteuerung: Wie kompliziert bzw. teuer ist die Ansteuerung des jeweiligen Antriebes?
- Komplexität: Wie kompliziert ist es, das Tor mit dem jeweiligen Öffnungsmechanismus zu öffnen?
- Bauraum: Wie viel Platz braucht der Öffnungsmechanismus?

Anschließend wird jeweils ein Attribut aus einer Zeile mit einem aus einer Spalte verglichen. Ist die Eigenschaft, die in der Zeile steht, wichtiger als die, die in der Spalte steht, dann wird eine 1 in die Zelle, in der sich beide Eigenschaften schneiden, eingetragen. Sollten beide Attribute gleichwertig sein, wird 0,5 eingetragen und sollte die Spalte wichtiger als die Zeile sein, wird eine 0 eingetragen.

Da sich bei einer solchen Matrix zwei Eigenschaften immer zwei Mal überschneiden, muss bei dem zweiten Schnittpunkt das Gegenteil, also 1 minus dem Wert der ersten Schnittstelle, eingetragen werden. In der *Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.1* wird nur in dem grauen

~~Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.~~1 Paarweiser-

	it				n				e			
--	----	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--

1. Konzeptphase

Bereich ein Wert eingetragen und im weißen wird automatisch das Gegenteil eingetragen. Die Zellen, wo sich das gleiche Attribut schneidet, werden ausgelassen.

Dieses Hilfswerkzeug wurde auch für die Aktoren, *siehe Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.2*, und für den Öffnungsmechanismus, *siehe Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.3*,

Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.3 Paarweiser-Vergleich

	Wartung	Kosten	Komplexität	Lautstärke	Bauraum	Geschwindigkeit	Summe
Wartung		0,5	0,5	0	0,5	0	1,5
Kosten	0,5		0	0,5	0,5	0,5	2
Komplexität	0,5	1		0,5	0,5	0	2,5
Lautstärke	1	0,5	0,5		1	0,5	3,5
Bauraum	0,5	0,5	0,5	0		0	1,5
Geschwindigkeit	1	0,5	1	0,5	1		4

angewandt, um die wichtigsten Faktoren zu bestimmen.

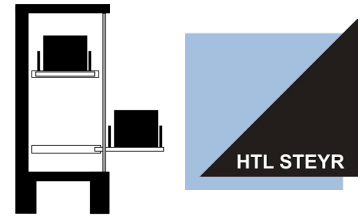
Nachdem alle Attribute miteinander verglichen wurden, summiert man nun alle Werte in einer Zeile auf und erhält pro Eigenschaft eine Summe. Dieser Wert wird in späterer Folge bei der Nutzwertanalyse für eine Gewichtung der Attribute des Konzepts verwendet.

1.2.2 Nutzwertanalyse

Bei einer Nutzwertanalyse werden die Werte, die zuvor mithilfe des Paarweisen-Vergleichs ermittelt wurden, hergenommen, um eine Gewichtung der einzelnen Eigenschaften zu berechnen. Anschließend wird jedes Konzept in eine Spalte geschrieben und für alle Attribute bewertet, *siehe Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.4*.

Zur Auswahl standen folgende Konzepte für die Funktionsweise:

- Lufttrennung: Erzeugt durch konstantes Ausströmen von Luft mit einer relativ hohen Geschwindigkeit einen Luftvorhang



1. Konzeptphase

- Schiebeelemente senkrecht oder waagrecht: Einzelne Elemente, die zum Öffnen übereinander geschoben werden und beim Schließen nebeneinandergelegt werden.
- Plane senkrecht oder waagrecht: Eine Plane, die von einer Rolle abgewickelt wird beim Schließen und beim Öffnen wieder aufgewickelt wird.
- Faltschiebetor: Ein Tor, welches aus drei Elementen besteht, die zusammengefaltet werden können
- Sektionsschleuse: Hierbei besteht das Tor aus mehreren ineinander zusammenhängenden Elementen, die auf einer Schiene nach oben und nach unten fahren. Die Elemente sind so miteinander verbunden, dass sich das Tor auch um Kurven bewegen kann

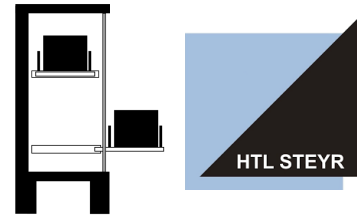
Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.4 Nutzwertanalyse

	Bewertung	rel. Bewertung %	Lufttrennung	Schiebeelemente senkr.	Schiebeelemente waagr.	Plane senkr.	Plane waagr.	Falt-Schiebe-Tür	Sektionsschleuse
Geschwindigkeit	2	3,64%	4	2	2	2	2	2	3
Lautstärke	2,5	4,55%	1	3	3	0	0	3	3
Sicherheit	9	16,36%	4	3	3	4	4	3	3
Handhabung	6	10,91%	4	3	3	3	3	3	3
versch. Klassen	5,5	10,00%	4	4	1	4	1	4	2
Kosten	3	5,45%	1	2	2	2	2	2	3
Wartung	4,5	8,18%	3	2	2	2	2	2	3
Stückzahl	4	7,27%	4	4	2	4	2	4	3
Energieverluste	1	1,82%	0	3	3	1	1	3	3
Ergonomie	8	14,55%	2	3	4	3	4	3	4
Sauberkeit	9,5	17,27%	1	3	3	3	3	3	3
Gesamtwert			274	300	270	299	269	300	305
Rang			5	2	6	4	7	2	1

Für die Aktorik standen folgende Konzepte für die Nutzwertanalyse zur Wahl:

Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.5

	Bewertung	rel. Bewertung %	pneumatik-Zylinder	linearmotor	synchronmotor
--	-----------	------------------	--------------------	-------------	---------------



1. Konzeptphase

- Pneumatikzylinder: das Tor wird durch einen doppeltwirkenden Zylinder auf und ab bewegt
- Linearmotor: Ein Antrieb, welcher eine elektromechanische lineare Bewegung ausführt
- Synchronmotor: Wechselstrommotor, welcher sich synchron mit der Frequenz des Wechselstroms dreht

Bezüglich des Öffnungsmechanismus standen die folgenden drei Konzepte zur Auswahl:

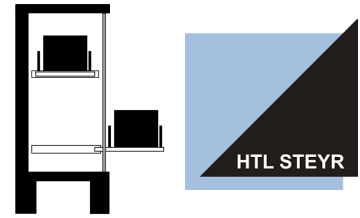
Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.6

- Seilzug: Ein Seil, dass auf einer Seiltrommel aufgewickelt wird zum Öffnen des Tors
- Trapezgewindespindel: Eine Spindel, die durch die Rotation das Tor nach oben oder unten schraubt
- Zahnstange: Ein Ritzel, dass sich entlang einer Zahnstange nach unten und oben bewegt

	Bewertung	rel. Bewertung %	Seilzug	Trapezgewindespindel	Zahnstange
Wartung	1,5	10,00%	2	3	3
Kosten	2	13,33%	4	3	3
Komplexität	2,5	16,67%	3	2	2
Lautstärke	3,5	23,33%	4	4	2
Bauraum	1,5	10,00%	3	3	2
Geschwindigkeit	4	26,67%	4	2	3
Gesamtwert			353	280	250
Rang			1	2	3

Bei der Bewertung geht man bei jedem Konzept alle Eigenschaften durch und überlegt sich, wie gut oder schlecht dieses Attribut auf einer Skala von 0 bis 4, wobei 0 am schlechtesten und 4 am besten ist, bei dem Konzept umgesetzt wird.

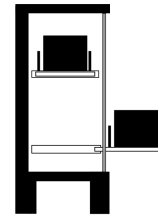
Danach werden die Werte pro Spalte mit der Gewichtung multipliziert und anschließend summiert. Daraus erhält man dann einen Wert, je höher der Wert, umso besser schneidet das Konzept insgesamt ab. Das Konzept, dass den höchsten Gesamtwert erzielt, erfüllt die wichtigeren Kriterien besser als die anderen Konzepte. Damit ergibt sich eine relativ objektive Bewertung der Konzepte.



1. Konzeptphase

Die Nutzwertanalyse kann auch für mehrere Teilkonzepte verwendet werden. Aus den Tabellen *Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.4*, *Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.5* und *Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.6* ergibt sich nach Durchführung der Nutzwertanalyse das fertige Konzept.

Das Konzept, dass die wichtigeren Eigenschaften, wie Sauberkeit, Sicherheit, Ergonomie, Lautstärke und Geschwindigkeit am besten erfüllt, wird nun aus den drei Nutzwertanalysen zusammengesetzt und es ergibt sich ein Schrank, der mit einem senkrecht öffnenden Sektionaltor versehen ist. Dieses Sektionaltor wird über einen Seilzug nach oben und unten bewegt. Der Seilzug selbst wird mit einem Synchronmotor bewegt.



2. Konstruktion

2. Konstruktion

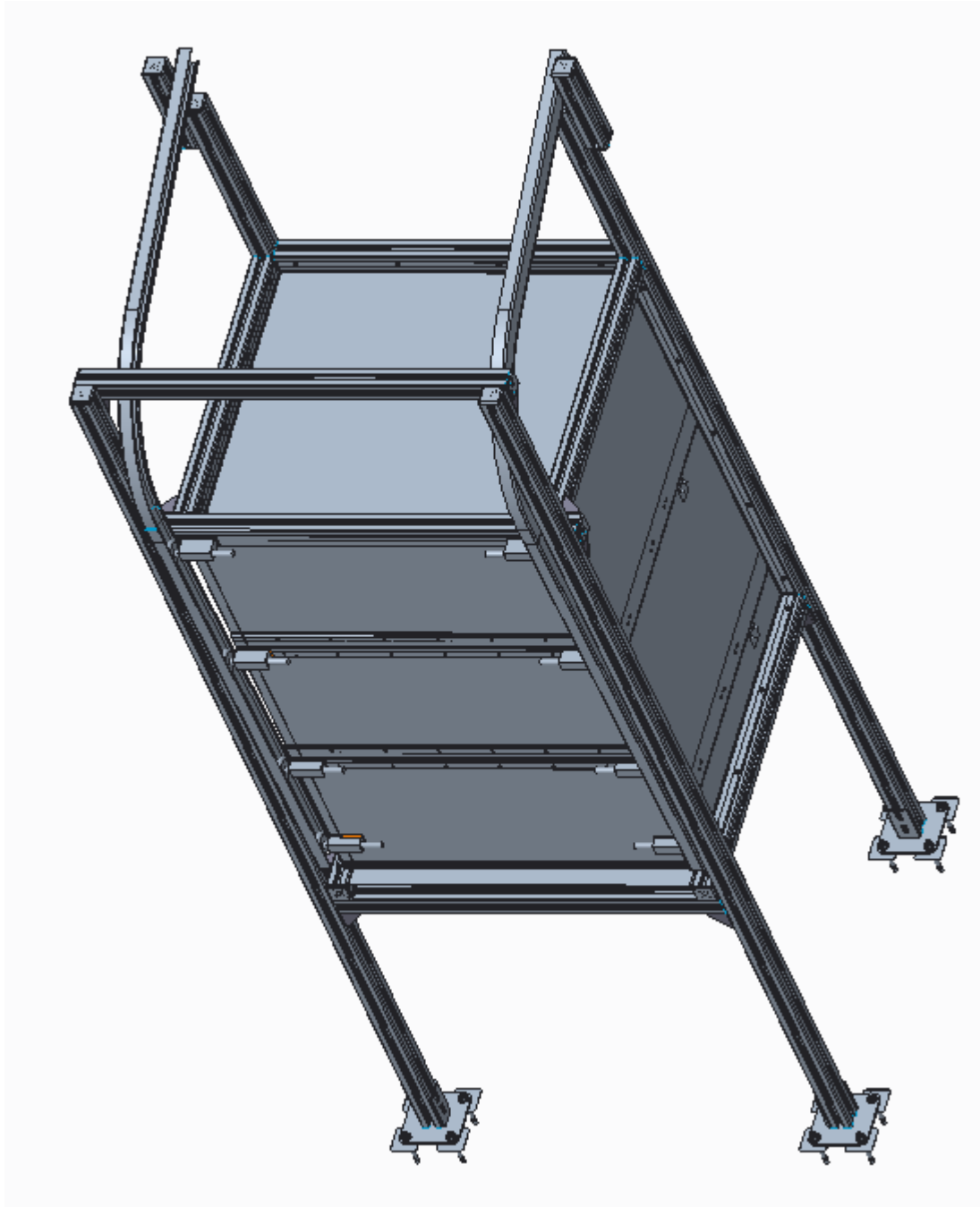
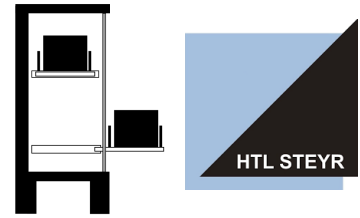


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.4 Fertige Konstruktion

ng

2.1 A
l
l
g
e
m
e
i
n
e
s

2.1.1 F
e
r
t
i
g
u



2. Konstruktion

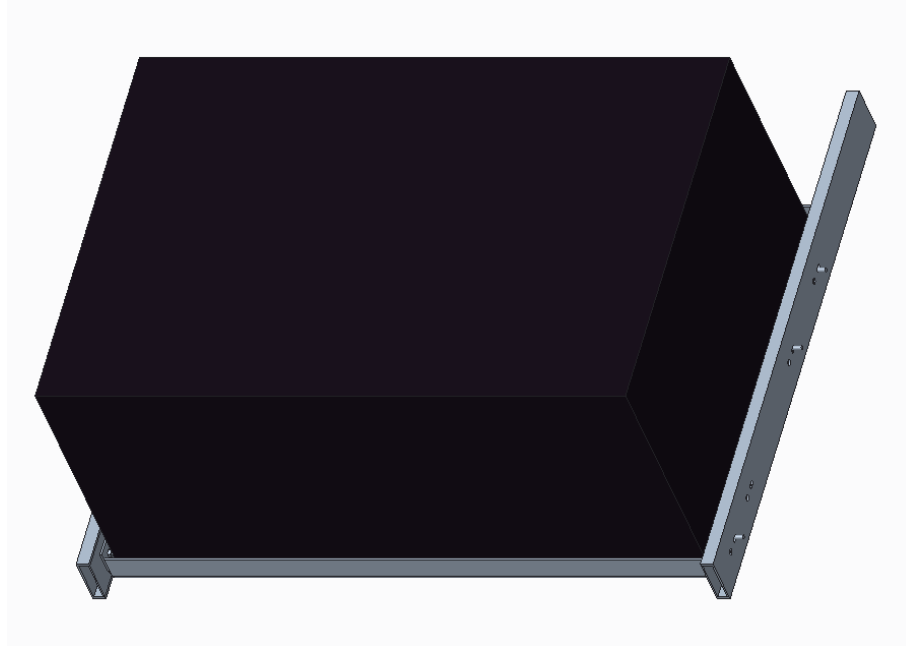
Das Projekt wird als Lehrlingsprojekt umgesetzt, daher sollten alle Teile, welche man nicht zukaft, möglichst einfach zu fertigen sein. Ebenfalls wird die Verlegung der Kabel, Befestigung der Pneumatik und die genaue Montage des Aktors wird von den Lehrlingen durchgeführt und muss daher nur berücksichtigt werden, jedoch nicht konstruiert.

2.1.2 Programme

Zum Erstellen der Konstruktion sind die Programme Creo Parametric 4.0 M080 und Creo Simulate 4.0 M080 verwendet worden. Diese Programme bieten vom Konstruieren von verschiedensten Modellen, wie Bleche, Drehteile und Freiformen, bis zum Zusammenbau von Baugruppen, ableiten von 2D-Zeichnungen, Endabwicklungen und Analysen auf Festigkeit und Verformung.

2. Konstruktion

2.2 EPP-Behälter-Halterung



2.2.1 EPP-Behälter

Die Pleuel werden zum Weitertransport in so genannte EPP-Behälter sortiert. Ein solch ein Behälter wird mit nur einer Gewichtsklasse bestückt und somit sortenrein gefüllt. Die Außenmaße ohne Deckel sind 595x400x260mm mit einer Füllmenge von 72 Pleuel (12 Reihen und 6 Spalten). Die EPP-Behälter bestehen aus EPP RG 60. EPP steht für expandiertes Polypropylen und ist ein durch physikalisch Mitteln aufgeschäumtes Polypropylen. RG heißt Raumgewicht und die 60 gibt die Dichte in g/l an. Ein voller Behälter kommt auf ein Durchschnittsgewicht von 46,5kg, bei einem Pleuelgewicht von nicht ganz 600g. Zum Heben der Kisten ist ein Hubschacht, aus Nirosta-Stahlblech mit Innenkanten Abstand von 555mm, im Behälter verbaut. Auf der Unterseite des Behälters ist ein umlaufendes PP-Stapelprofil vorhanden, wobei sich das Gegenstück auf den Deckeln der EPP-Behälter befindet. Damit entsteht ein besserer Halt, der gestapelten Kisten, zum Transport.

Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.5 EPP-Behälter-Halterung

2. Konstruktion

2.2.2 Halteblech

Das Halteblech ist aufgrund der hohen Gewichtsbelastung aus 2mm dicken Stahl gefertigt. Durch die hohe Streckgrenze und leichte Bearbeitung wird als Material ein verzinkter S235JR verwendet.

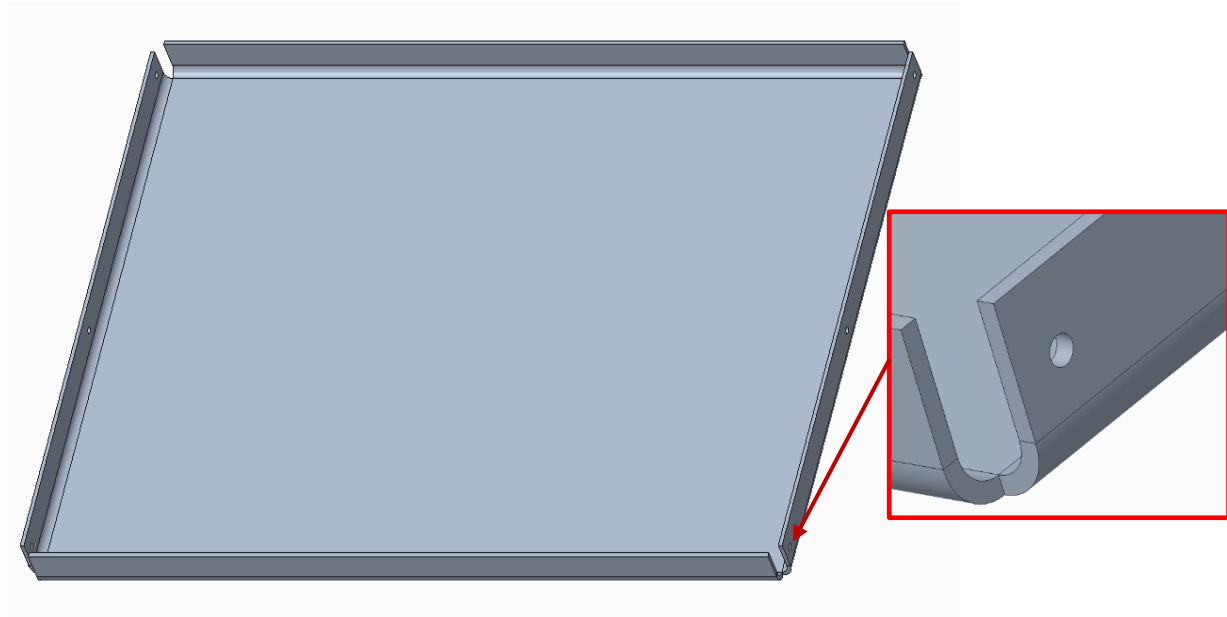
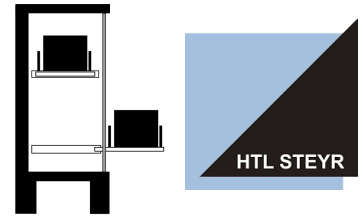


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.6 Halteblech

Die Außenmaße nach dem Biegen sind 420x616,2x30mm mit einer Standfläche von 408x604,2mm für die EPP-Behälter. Zur Befestigung an der Teleskopschiene sind auf beiden Seiten jeweils 3 Durchgangslöcher mit einem Durchmesser von 4,5mm gebohrt. Das Blech kommt auf ein Eigengewicht von 4,9kg, welches bei der Auslegung der Teleskopschiene mit einwirkt.

2.2.3 Festigkeitsanalyse

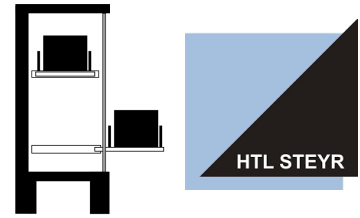
Zur Überprüfung ob das Halteblech das Gewicht aushält muss eine FE-Analyse durchgeführt werden. FE steht für Finite Elemente und heißt so viel, wie „Endliche Elemente“. Dies sind numerische Analyse Verfahren von meist physikalischen Problemen. Dabei wird dieses Verfahren oft in der Konstruktion eingesetzt, da die Erstellung eines Prototyps, zur Ermittlung der kritischen Zonen, überflüssig wird. Ebenfalls kann die Festigkeit auf verschiedene Materialien geprüft



2. Konstruktion

werden, um die Konstruktion an die Situation anpassen zu können. Die Simulation ist mit Hilfe von vorhandenen Daten, realitätsgetreu durchführbar. Dafür müssen verschiedene Bedingungen erfüllt werden. Auf der Standfläche wird eine gleichmäßig verteilte Kraft von 465N angelegt, *siehe*

Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.7. Darauf hin werden die Randbedingungen zu Befestigung deklariert. Die Außenflächen sind dabei mit einer planaren Beschränkung zur x-Achse versehen, um eine seitliche Fixierung zu simulieren, und die Durchgangslöcher mit

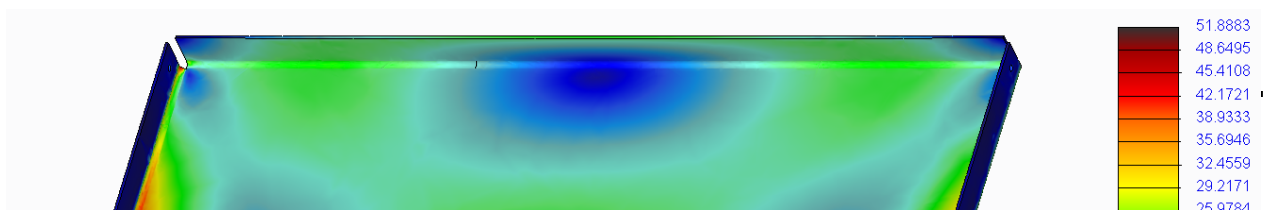


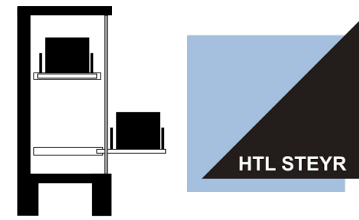
2. Konstruktion

Beschränkungen in die y- und z-Achse, zum Beschränken des Haltebelches entsprechend der Verschraubung, darzustellen, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.8*. Das Programm benötigt zum Berechnen ein Gitternetz, welches entweder durch den Benutzer für verschiedene Stellen festgelegt wird oder vom Programm automatisch erstellt wird (*siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.9*). Aus den Berechnungen sind die kritischen Stellen deutlich zu erkennen, ebenfalls ist das Material passend gewählt, da nur eine maximale Spannung von 51,9MPa auftritt

(*siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.10*) und damit eine 4-fache Sicherheit besteht.

Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.10 Berechnungsergebnisse





2. Konstruktion

2.2.4 Teleskopschiene

Um die vollen Behälter aus dem Kasten auf die Palette zu befördern, werden sie mit Hilfe eines Hebekrans transportiert, da es für den Arbeiter allein zu schwer ist. Durch den längsseitigen Verbau der Behälter muss somit ein Abstand von mindestens 454,2mm überwunden werden. Ebenfalls muss die Schiene ein Maximalgewicht von 51,4kg aushalten. Es wird eine Blömeling Teleskopzugschiene mit Soft Closing – 560mm verwendet. Die Schiene besitzt eine Vollauszugslänge von 500mm eingeschlossen einer Toleranz von $\pm 3\text{mm}$ und einer Traglast von 70kg. Hierbei erleichtert man den Arbeiter durch den Längeren Auszug das Befüllen der hinteren Reihen. Wegen der erhöhten Traglast der Schiene, ist eine zusätzliche Sicherheit, gegenüber dem Gewicht, gegeben. Die Soft Closing Funktion erzeugt auf den letzten 3cm einen sanften Einzug und hat somit einen fixen Endlagepunkt. Mit Hilfe der vom Hersteller vorgegebenen Befestigungsschrauben ist die Innenschiene am Halteblech befestigt (siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.12) und das Außenblech an der Seitenwand (siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.13).

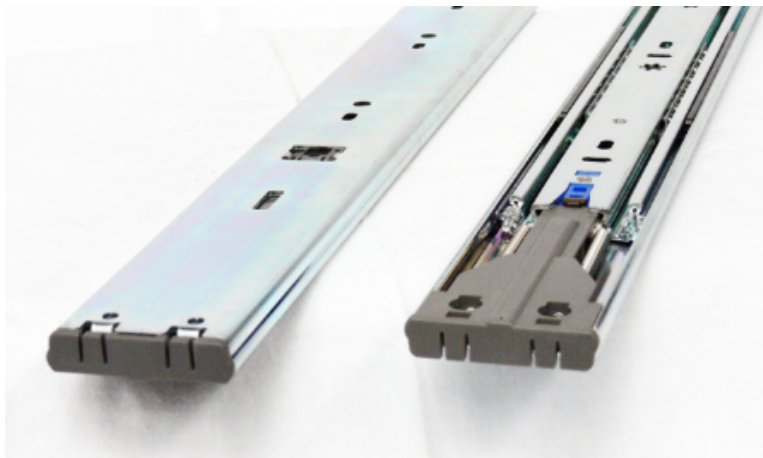
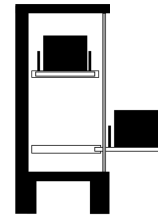
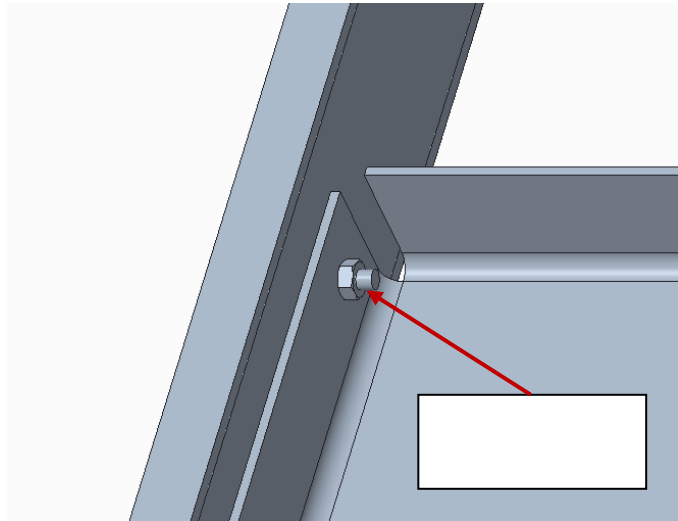
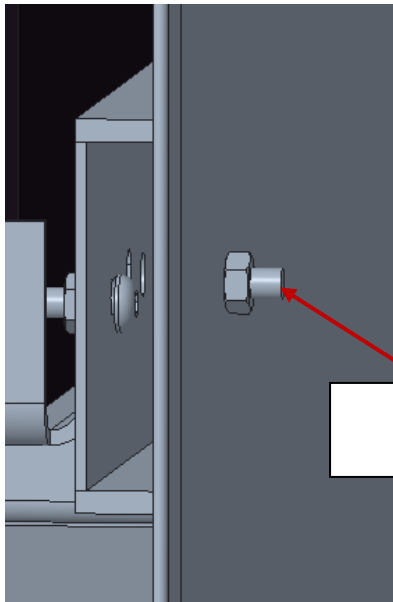


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.11
Teleskopschiene mit Soft Closing



2. Konstruktion



2. Konstruktion

2.3 Gerüst

Das Gerüst hat die Außenabmessungen von 680x802x2100mm und ist aus mehreren Profilen zusammengebaut. Verwendet werden Bosch Rexroth Aluminium 40x40L Strebenprofile, mit einer 10mm Nut. Am Gerüst sind die Laufschienen des Tores und die Bleche montiert.

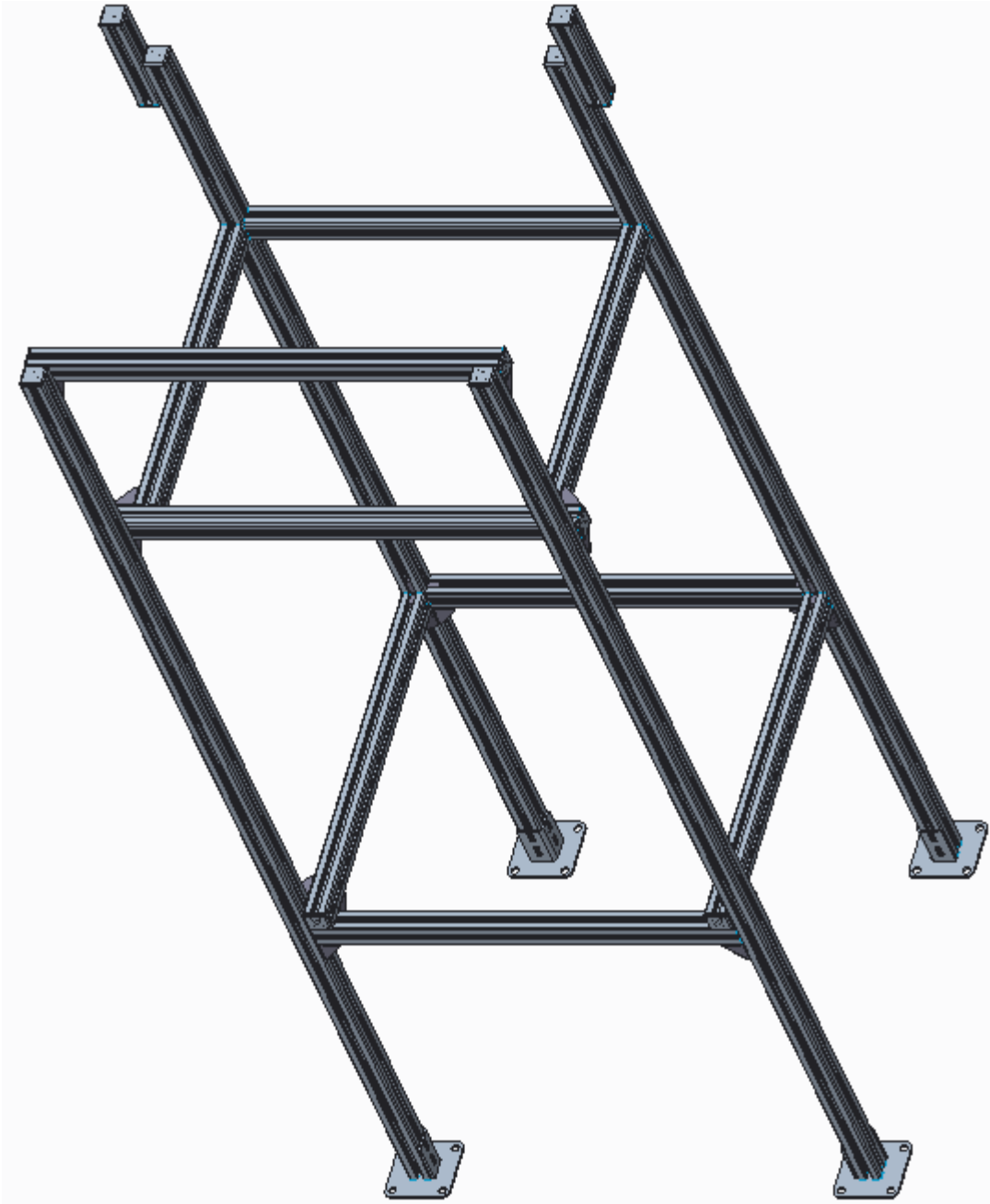


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.14 Gerüst

2. Konstruktion

2.3.1 Verbindungselemente

Hauptsächlich werden Bosch Rexroth Winkel 40/40 (Set: Winkel + Befestigungsmaterial), zum Verschrauben der Profile, verwendet. Der Winkel besitzt Zentriernasen zur exakten und verdrehgesicherten Montage (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.15*). Diese Zentriernasen können abgebrochen werden, zur Montage quer zur Nut oder auf Platten.

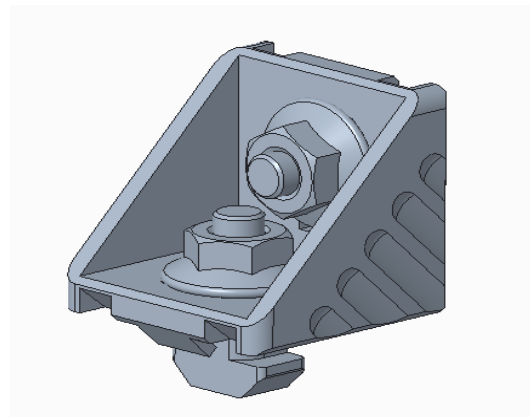
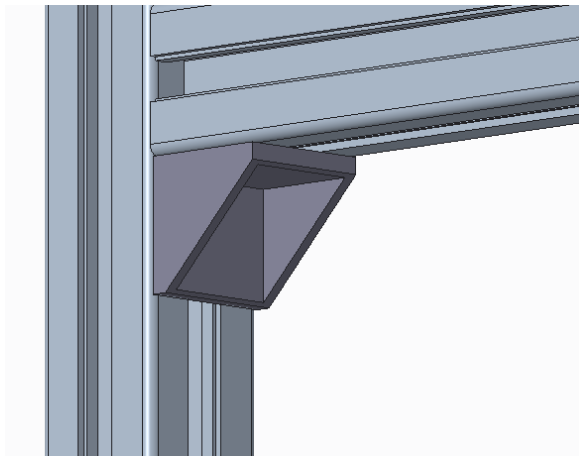


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.15
Winkel

An Stellen, wo es konstruktiv nicht möglich war Winkel zu verwenden, werden Bosch Rexroth Innenwinkel R N10/10 (Set: Innenwinkel + Befestigungsmaterial) montiert. Innenwinkel erzeugen nach außen keine Ausbuchtung und stören daher weniger (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.16*). Beachten ist jedoch, dass eine bestimmte Zusammenbaureihenfolge nötig ist, um den Winkel zu verbauen und im späteren Zusammenbau diese Profile, nicht oder nur erschwert machbar ist.

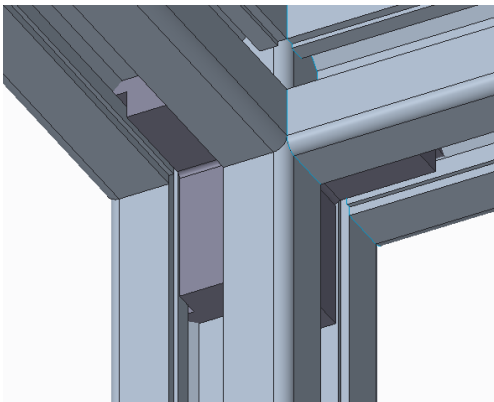


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.16 Innenwinkel

2. Konstruktion

Zwei Profile werden außerdem über Bosch Rexroth Parallelverbinder 10/10 montiert, da diese parallel zu den Hauptstreben liegen und sonst keine Möglichkeit zur Befestigung besteht. Zum Verschrauben der Parallelverbinder sind in den Profilen Bohrungen vorhanden (*siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.17*).

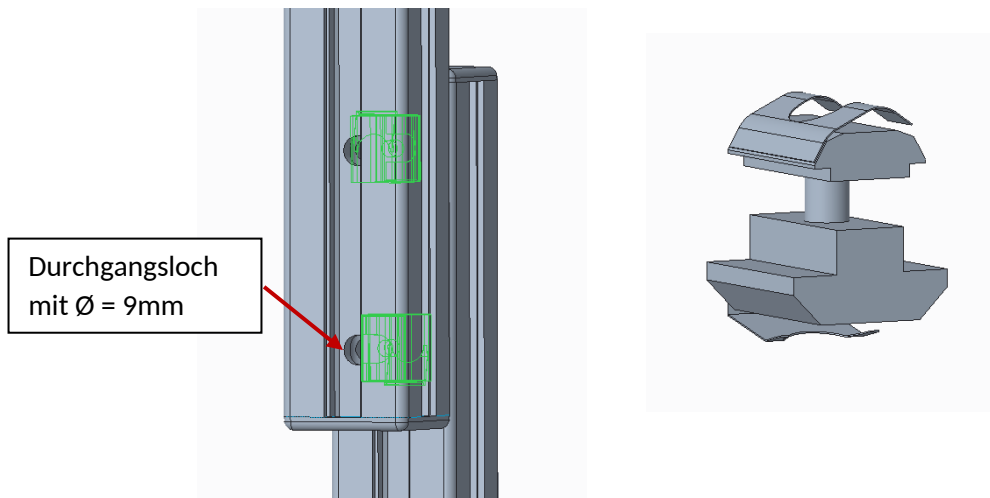


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.17 Parallelverbinder

2.3.2 Abdeckungen

Die offenen Profilenden sind mit den zugehörigen Bosch Rexroth Abdeckkappen 40x40 geschlossen und lassen damit keinen Schmutz oder Flüssigkeiten in das Profil hinein. Ebenfalls verdeckt die Abdeckkappe mögliche Grate an den Profilenden und schützt damit den Arbeiter. Zu beachten sind die 4mm Eigenhöhe der Abdeckkappe und muss entsprechend bei der Konstruktion berücksichtigt werden. Verbaut sind die Abdeckkappen mittels Steckverbindung, wobei sie sich durch ihr Design nicht verdrehen lassen (*siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.18*).

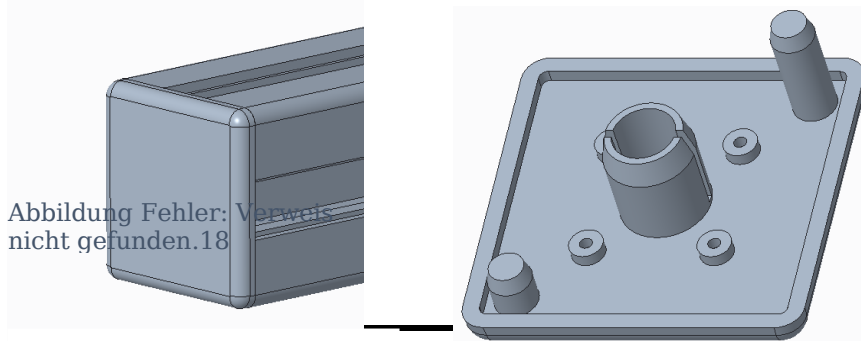


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.18

2.3.3 Bodenmontage

2. Konstruktion

Die 4 Hauptstreben des Gerüsts sind jeweils mit einem Standfuß verschraubt, dabei werden Bosch Rexroth Fußplatte Stahl 40x40 genutzt. Verbunden werden die Hauptstreben mittels Nutensteinen und Schrauben inklusiver Unterlegscheiben (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.20*). Der Standfuß selbst ist mittels Bosch Rexroth Bodendübel L80 und Bosch Rexroth Unterlegscheibe $t=1\text{mm}$ im Boden verankert (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.19*).

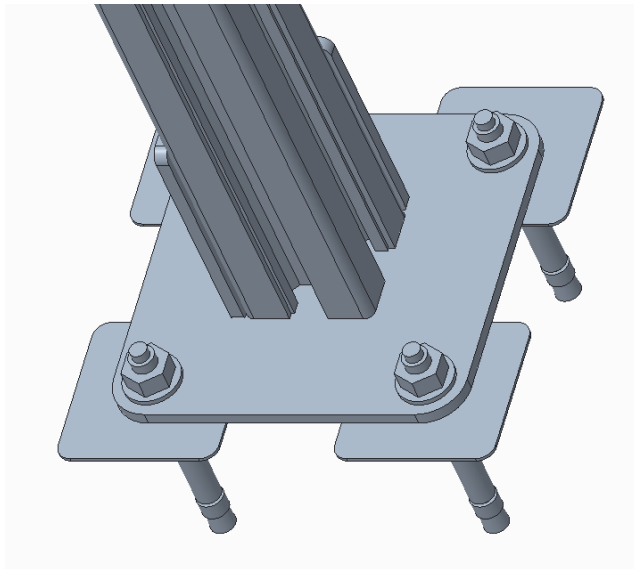


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.19
Standfuß

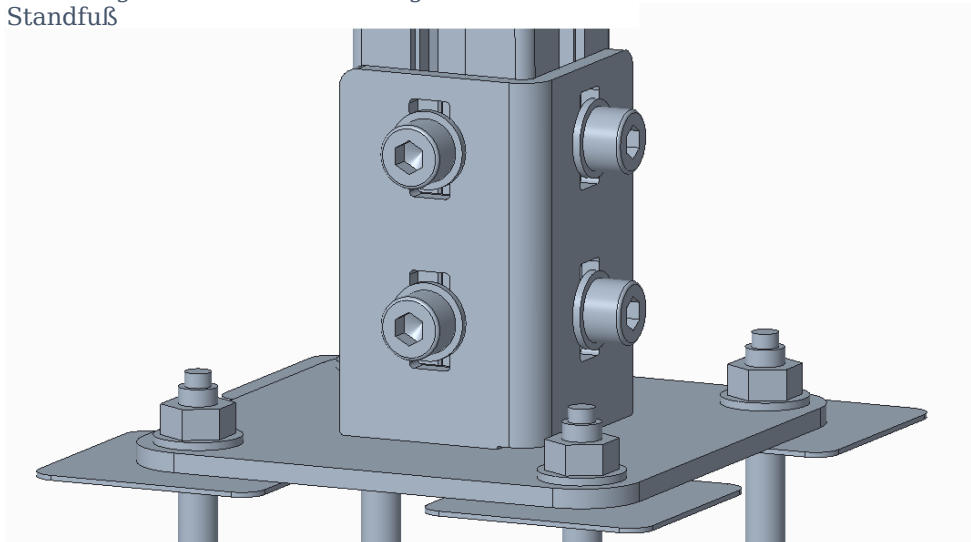


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.20 Standfuß-Profil-Verbindung



2. Konstruktion

2.4 Bleche

Alle Bleche sind aus 1mm dicken Stahlblechen gefertigt. Als Material ist ein verzinkter S235JR gewählt, da dieser leicht zu bearbeiten ist. Befestigt sind die Bleche mit Bosch Rexroth Nutenstein 10mm und M8x12mm Innensechskant Schrauben, wobei die Durchgangslöcher einen gleichbleibenden Durchmesser von 9mm haben. Seiten, die zum Befestigen an den Profilen sind, müssen mit einem Außenradius von 6mm aufgebogen werden.

2.4.1 Rückwand

Die Rückwand hat Außenmasse von 890x642x30mm und als einzige Aufgabe nach hinten hinweg abzudichten. Die Durchgangslöcher sind symmetrisch zur Mitte mit einem waagrechten Lochabstand von 190mm und einem senkrechten Abstand von 200mm angeordnet (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.21*). Dabei ist es pro waagrechter Seite mit 4 und pro senkrechter Seite mit je 5 Schrauben montiert.

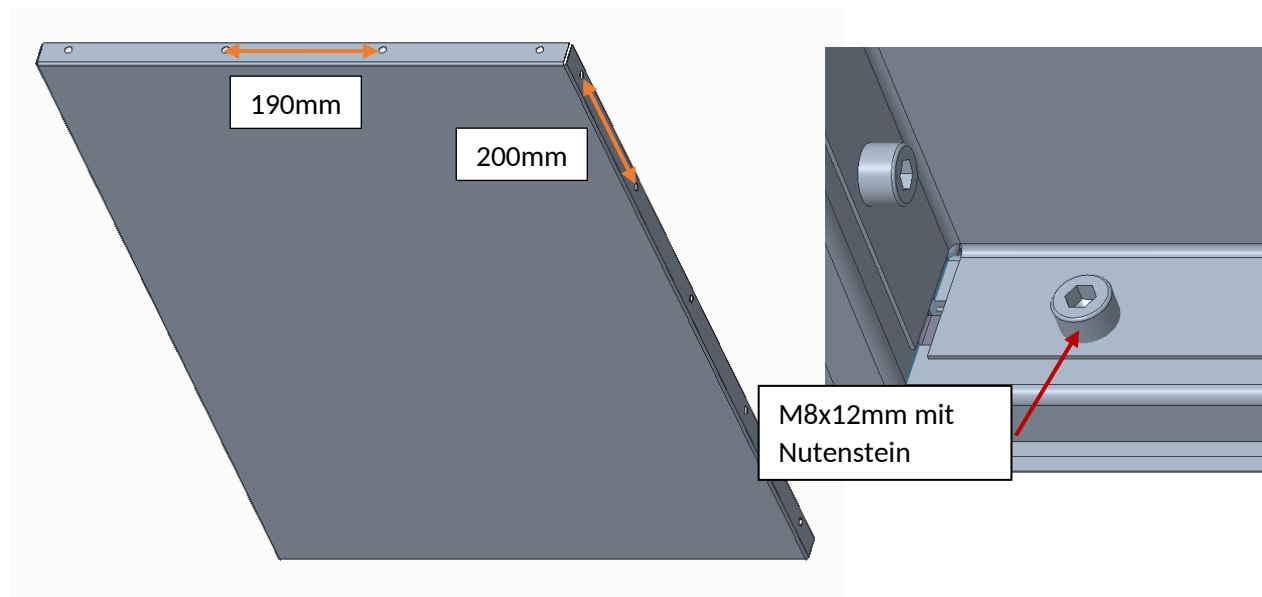


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.21 Rückwand



2. Konstruktion

2.4.2 Seitenwände

Die Seitenwände haben die gemeinsamen Außenmaße von 890x598x30mm und an ihnen sind die Teleskopschienen, eine Zargendichtung befestigt und auf dem rechten Blech sind ebenfalls Bohrungen zur Montage der Endlageschalter vorhanden. Zum Fixieren an den Profilen sind senkrecht ebenfalls 5 Bohrungen symmetrisch zur Mitte mit einem Lochabstand von 200mm. Aufgrund der Profilverbindungen im vorderen Bereich haben die 4 waagrechten Bohrungen untereinander einen ändernden Lochabstand, von 180mm auf 188,5mm, bei der vordersten Schraube (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.23*). Die Bohrungen für die Teleskopschienen haben einen Durchmesser von 4,6mm. Auf der vorderen Kante ist ein angelegter Flansch nach außen mit einer Länge von 14mm, dieser ist zur Montage der Zargendichtung vorhanden (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.22*). Für die Endlageschalter sind Bohrungen mit einem Durchmesser von 4,3mm gebohrt.

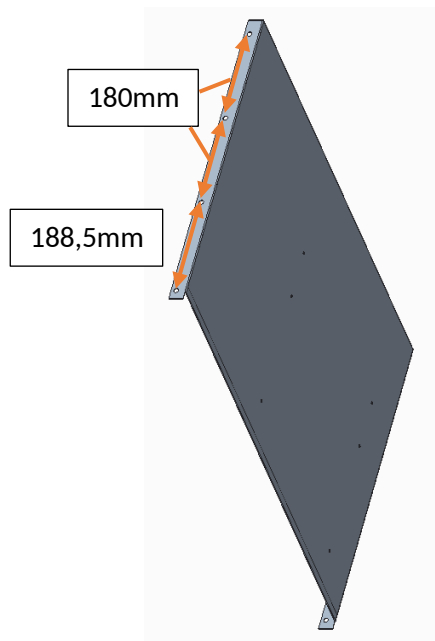


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.23 Linke Wand

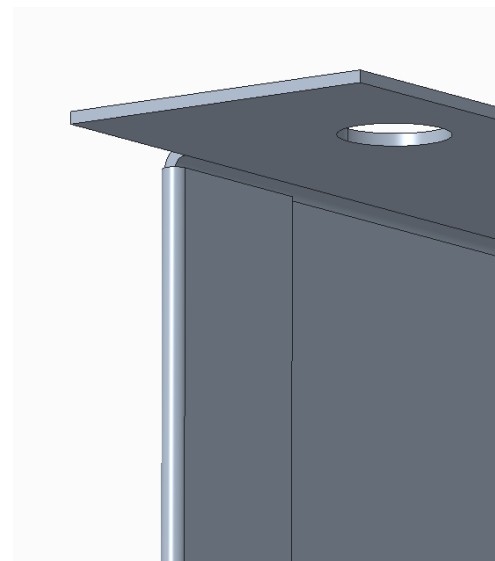
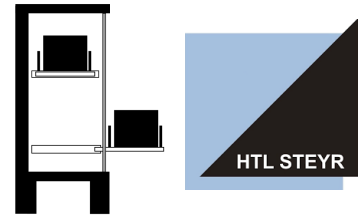


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.22 Rechte Wand mit angelegtem Flansch



2. Konstruktion

2.4.3 Bodenblech

Die Bodenplatte hat die Außenmaße von 642x640x30mm und hat die Bohrungen zur Befestigung von der elektrischen und pneumatischen Ansteuerung, ebenfalls besitzt es die Zugänge für Kabel und Schläuche in den Innenraum. Das Blech ist zur Vorderseite hinweg an keinem Profil befestigt und hat auf den übrigen Seiten symmetrisch zur Mitte 4 Durchgangslöcher mit einem Lochabstand von 190mm. Die restlichen Bohrungen sind mit den entsprechenden Durchmessern von 4,5mm, 5mm oder 5,5mm zu fertigen (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.24*).

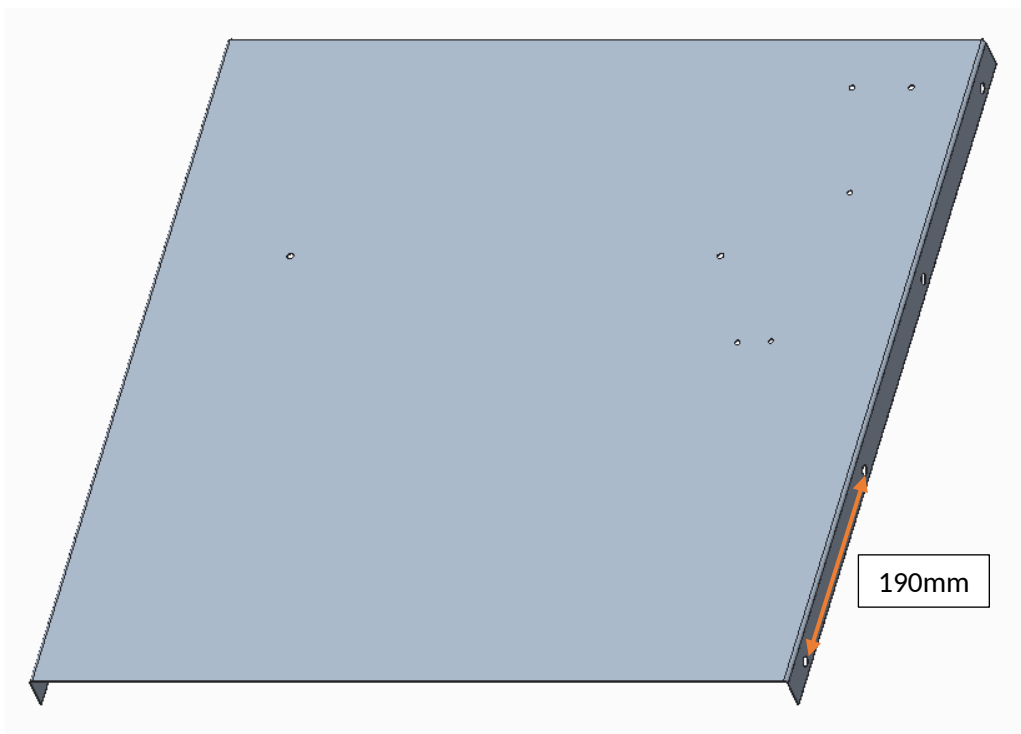
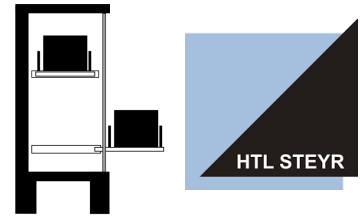


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.24 Bodenblech



2. Konstruktion

2.4.4 Decke

Das Deckblech dichtet nach oben ab und hat die Außenmaße von 642x560x30mm. Dabei ist es pro Seite mit je 4 Schrauben montiert. Der Lochabstand liegt symmetrisch zur Mitte und beträgt auf der längeren Seite 190mm und auf der kürzeren Seite 160mm (siehe Abbildung Fehler: Verweis

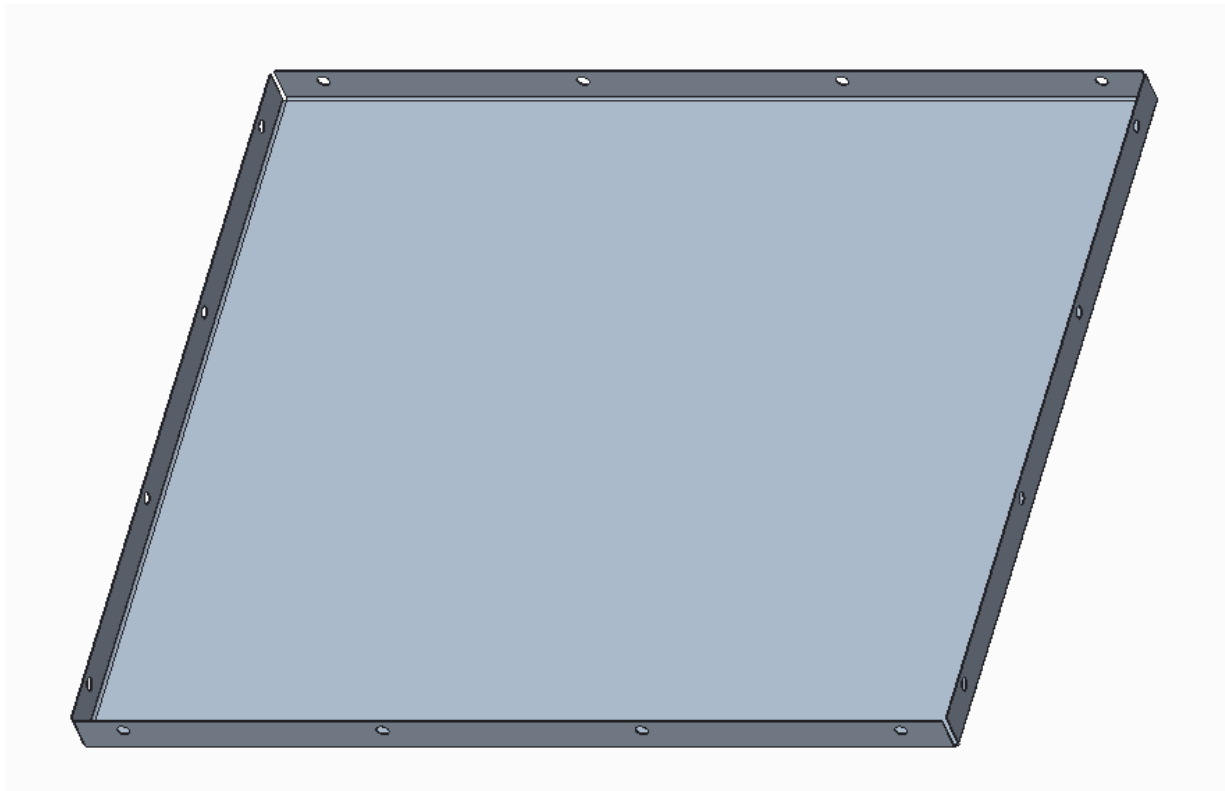
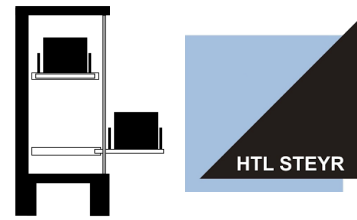


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.25 Deckblech

nicht gefunden.25).



2. Konstruktion

2.5 Tor

Um möglichst wenig Komponenten im Reinraum zu haben sind die Schienen und der Aktor nach außen verlegt. Dabei ist zu beachten, dass das Tor trotzdem als erstes nach oben und danach nach hinten hinweg fahren muss, daraus entsteht das größte Problem der Konstruktion. Dies ist das Absichern der Dichtheit, durch das Erzeugen einer möglichst Ebenen Innenfläche des Tores zu den Seitenflächen zum Erleichtern des Abdichtens und der Berücksichtigung der beweglichen Komponenten des Tores.

2.5.1 Torelemente

Die Torelemente sind aus dem selbem Material, wie die Bleche gefertigt, jedoch mit einer Stärke von 1,5mm. Die Außenmaße der Torelemente betragen 667x306x6,5mm, dabei ist auf der oberen und unteren Kante jeweils ein Absatz von 5mm mit einer Länge von 30mm (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.28*). Das unterste Torelement hat, jedoch nur die Außenmaße von 667x299,5x6,5mm, durch den kürzeren Absatz für die Klemmdichtung (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.27*). Zur Montage der Scharniere sind symmetrisch von der Mitte 6 Durchgangslöcher, mit einem Durchmesser von 4,3mm und einem Lochabstand von 100mm. Das oberste Element besitzt zum Abdichten nach oben hinweg ein Gummidichtband, welches direkt auf das Blech verklebt wird (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.26*).

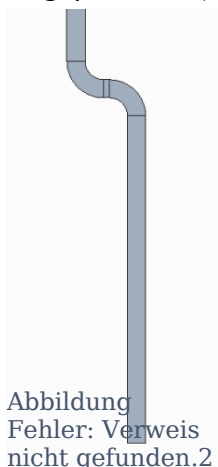


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.2

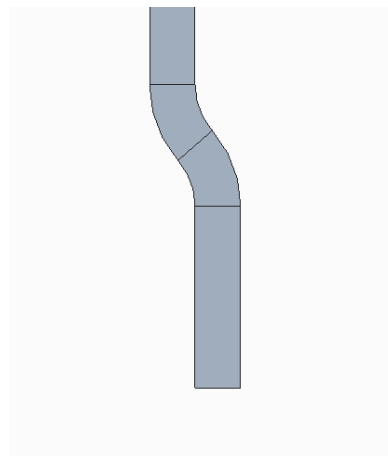


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.27 Absatz für die Klemmdichtung

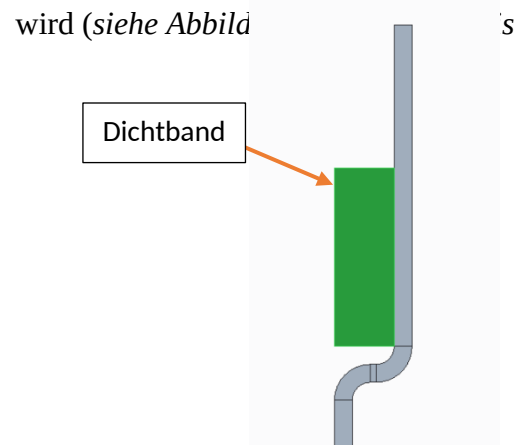


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.26 Dichtband

2. Konstruktion

2.5.2 Scharnier

Als Verbindung zwischen den einzelnen Torelementen wird ein Polar Plus Scharnierband verwendet. Dieses Scharnier wird normalerweise bei Kühltransportern oder Sektionaltoren mit hoher Dichtheit verwendet. Das Scharnier besitzt eine Integrierte Dichtung und sorgt dadurch im geschlossenen Zustand und unter Beachtung der benötigten Bewegung für eine bestmögliche Dichtheit. Verschraubt mit den Torelementen ist das Scharnier mittels 6 M4x10mm Senkschrauben mit Innensechskant und M4 Muttern. Dazu sind im Scharnier symmetrisch zur Mitte Durchgangslöcher, mit einem Durchmesser von 4,3mm und einer Senkung mit dem Durchmesser von 7,5mm, und einem Lochabstand von 100mm (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.29*).



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.29 Scharnierband

2. Konstruktion

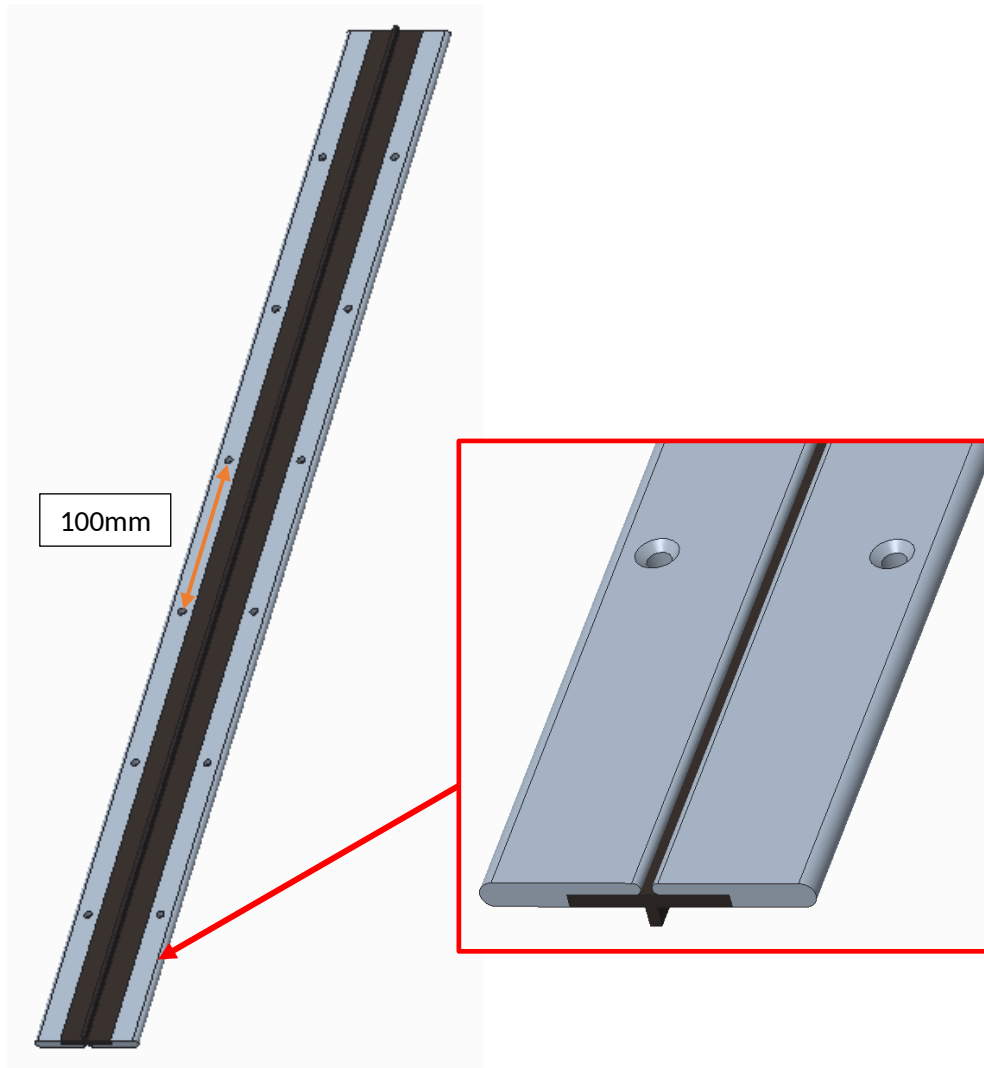


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.30 Scharnierband, vereinfachte Darstellung

2.5.3 Laufschienen

Die Laufschienen übernehmen die Funktion der Torführung und sind auf beiden Seiten am Profil verbunden. Es werden Laufschienen senkrecht 2" gefertigt aus 2mm starken verzinkten

2. Konstruktion

Stahlblech, mit einer Länge von 930mm verwendet, direkt anschließend sind Laufschienen 2" waagrecht, Radius 380mm, mit einer Kurvenlänge von 930mm, montiert. Die Laufschienen werden an den Hauptstehern mit Bosch Rexroth Nutenstein 10mm und M8x12mm Innensechskant Schrauben unter einer leichten Schräge verschraubt (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.31*). Die damit entstehende Schräge erzeugt beim Herunterlassen des Tores den benötigten Druck zum Abdichten entgegen der Seitenwände. Dabei ist die Aluschien so zu montieren, dass beim aufsetzen auf dem Bodenblech alle Dichtungen schließen.

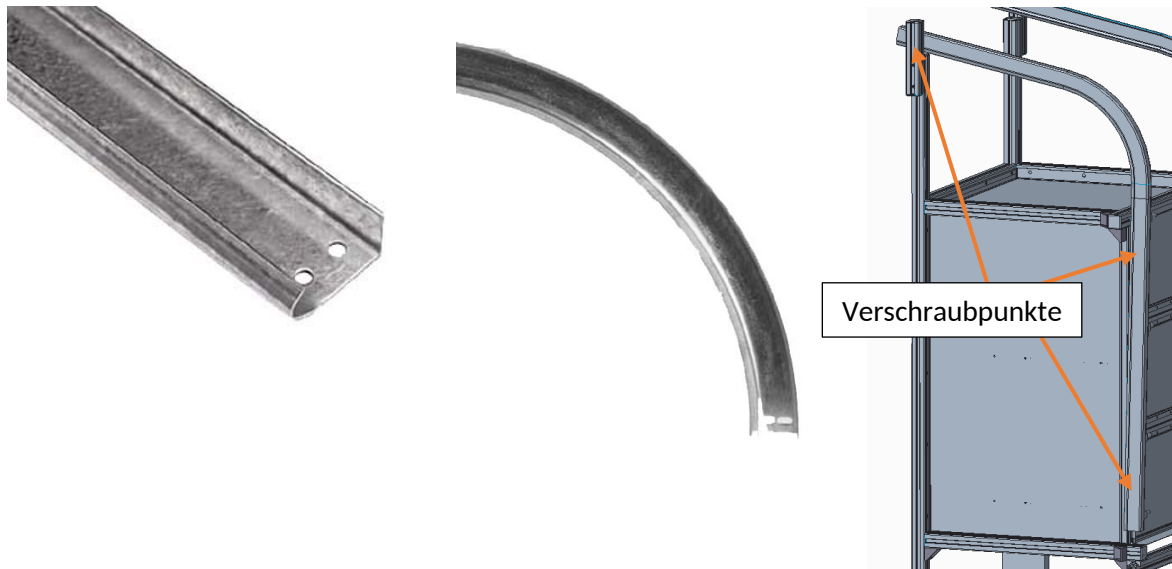


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.31 Laufschienen

2.5.4 Laufrollen und Adapter

Es werden Laufrolle Nylon verzinkt 2" L=119mm, Schaft 11mm verwendet. Das Laufrad besitzt ein Kugellager und hat eine Nylon Lauffläche. Ein Laufrad hat eine Tragfähigkeit von 60kg und hat einen Außendurchmesser von 46,5mm. Befestigt ist die Laufrolle in einem Adapter, welcher direkt auf die Torelemente, mit einer Kehlnaht von 2mm geschweißt wird (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.32*). Diese Adapter sind entsprechend der Position unterschiedlich gefertigt, um die Schräge der Laufschien auszugleichen und wieder eine parallele Fläche zur Dichtung zu erzeugen.

2. Konstruktion

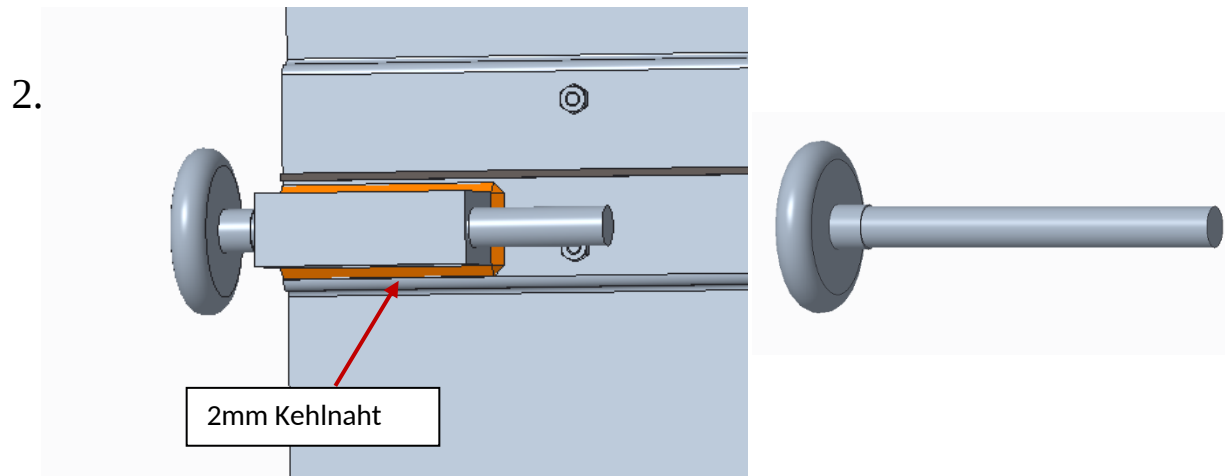


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.32 Laufrolle

Dichtungen

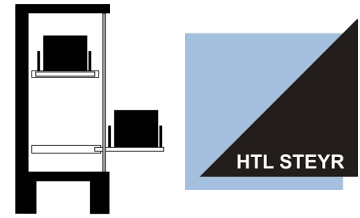
Dichtungen werden benötigt, um den Druckverlust minimal zu halten und das Eindringen von Partikeln zusätzlich zu verhindern. Dabei wird in verschiedene Arten von Dichtungen unterschieden.

Statische Dichtungen sind fix verbaut und werden weder bewegt, hinzu nehmen sie auch keine Bewegung auf. Diese sind beim Zusammenbau der Konstruktion einmal zu montieren und werden erst beim Zerlegen der Konstruktion wieder bewegt. Bei der Konstruktion fallen darunter die Verbindungen der Boschprofile zueinander, die Verbindungen Profil zu Blech und Montageschrauben von Komponenten, welche an einem Blech befestigt werden.

Translatorische Dichtungen können lineare gleitende Bewegungen abdichten. Dabei besteht die Dichtung aus einem meist verschleißfesten Material oder muss nach einer bestimmten Abnutzungsdauer gewechselt werden.

Rotatorische Dichtungen werden bei rotierenden Bewegungen verwendet. Die Verbindung einer Welle gegen eine fixe Aufnahme ist dabei der häufigste Anwendungsfall.

Öffnen- und Schließungsdichtungen haben unterschiedliche Zustände. Diese sind entweder kein Kontakt, wodurch keine Dichtheit besteht, oder Vollkontakt, wo entlang der kompletten Dichtung Kontakt besteht und eine Abdichtung vorliegt. Bei dieser Art von Dichtung wird oft durch eine



2. Konstruktion

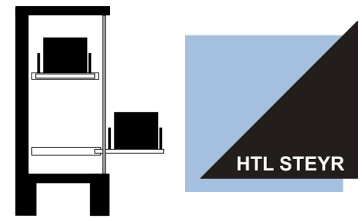
zusätzliche Kraft und die Verformung der Dichtung selbst, eine Abdichtung zustande gebracht. Diese Form von Dichtung wird in der Konstruktion bei der Verbindung von Tor zu Bodenblech und Tor zu Querprofil verwendet. Ebenfalls kommt es bei den Seitenwänden in Verwendung, jedoch unter Einfluss einer leichten translatorischen Belastung.

2.6.1 Schrauben und Muttern

Alle Schrauben beziehungsweise Muttern, welche in den Reinraum hineinragen sind mit einer selbstdichtenden Schraube oder Mutter zu verwenden. Dabei wird durch das Zusammendrücken eines Dichtringes eine Abdichtung erzeugt.

2.6.2 Statische Dichtung

Statische Bauteile werden mit Hilfe eines Abdichtsilikons verklebt. Das Silikon dichtet durch die Lückenlose Verbindung der Komponenten zu einander ab. Die klaren Vorteile bestehen bei der einfachen und schnellen Montage, jedoch müssen diese Dichtungen in Falle von Zerlegen neu aufgetragen werden. Das Silikon wird ebenfalls bei der Verbindung von den Torelementen zu dem Scharnierbänden verwendet, um eine noch ebenere Fläche zu ermöglichen.



2. Konstruktion

2.6.3 Bodendichtung

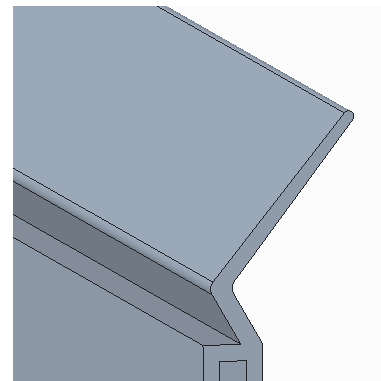
Die Bodendichtung ist eine Klemmdichtung und erzeugt den gewünschten Abdichtungseffekt durch das Eigengewicht des Tores. Dabei wird der Gummi unter Druck gesetzt und lässt damit keine Luft durch. Die Dichtung selbst muss nur am untersten Element aufgesteckt werden und benötigt keine weitere Fixierung.



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.33 Klemmprofil

2.6.4 Zargendichtung

Bei der Zargendichtung wird der gewünschte Abdichteffekt durch das langsame Andrücken des Tores, dass durch die schräge Montage der Laufschiene entstehe, abgedichtet. Dabei wird die Dichtung langsam nach innen gebogen und der daraus entstehende Widerstand dichtet das Tor ab. Zur Befestigung wird es lediglich auf das Blech geklemmt.



2.6.5 Scharnierdichtung

Das Scharnier ist durch die integrierte Dichtung bestmöglich abgedichtet. Durch das Zackenprofil des Gummis und dem Gegenprofil auf den Metallleisten entsteht eine formschlüssige Verbindung (siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.35*). Die Verschraubung der Leisten erzeugt bei der Montage einen

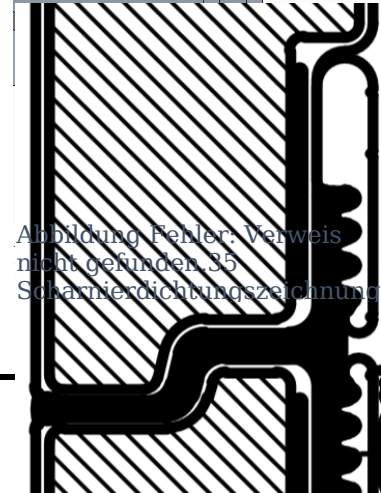
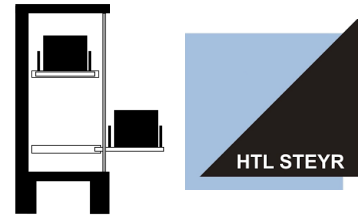


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.35 Scharnierdichtungszeichnung



2. Konstruktion

Druck, welcher einen dahinter liegenden Gummi zusammenpresst und damit die Torelemente untereinander abdichtet.

2.6.6 Dichtband

Das oberste Torelement ist mit dem Querprofil mittels einem Dichtband abgedichtet. Diese Band ist selbstklebend und benötigt nur den leichten Anpressdruck, dass durch die Schrägen und dem Tor selbst entsteht, um nach oben hinweg abzudichten.

3. Elektronik

3. Elektronik

Die Aufgabe der Elektronik ist es, das Tor zu öffnen, wenn der Bediener auf den Fußschalter tritt. Außerdem soll berücksichtigt werden, dass die Position der einzelnen Lade bekannt sein muss, damit sich das Tor nicht schließt, wenn eine einzelne Lade offen ist. Ebenso muss beim Öffnen des Tores sichergestellt sein, dass das zweite Magnetventil geschaltet wird, um zu verhindern, dass verschmutzte Luft in die Kiste einströmt.

3.1 Schaltplan

3.1.1 Aufbau

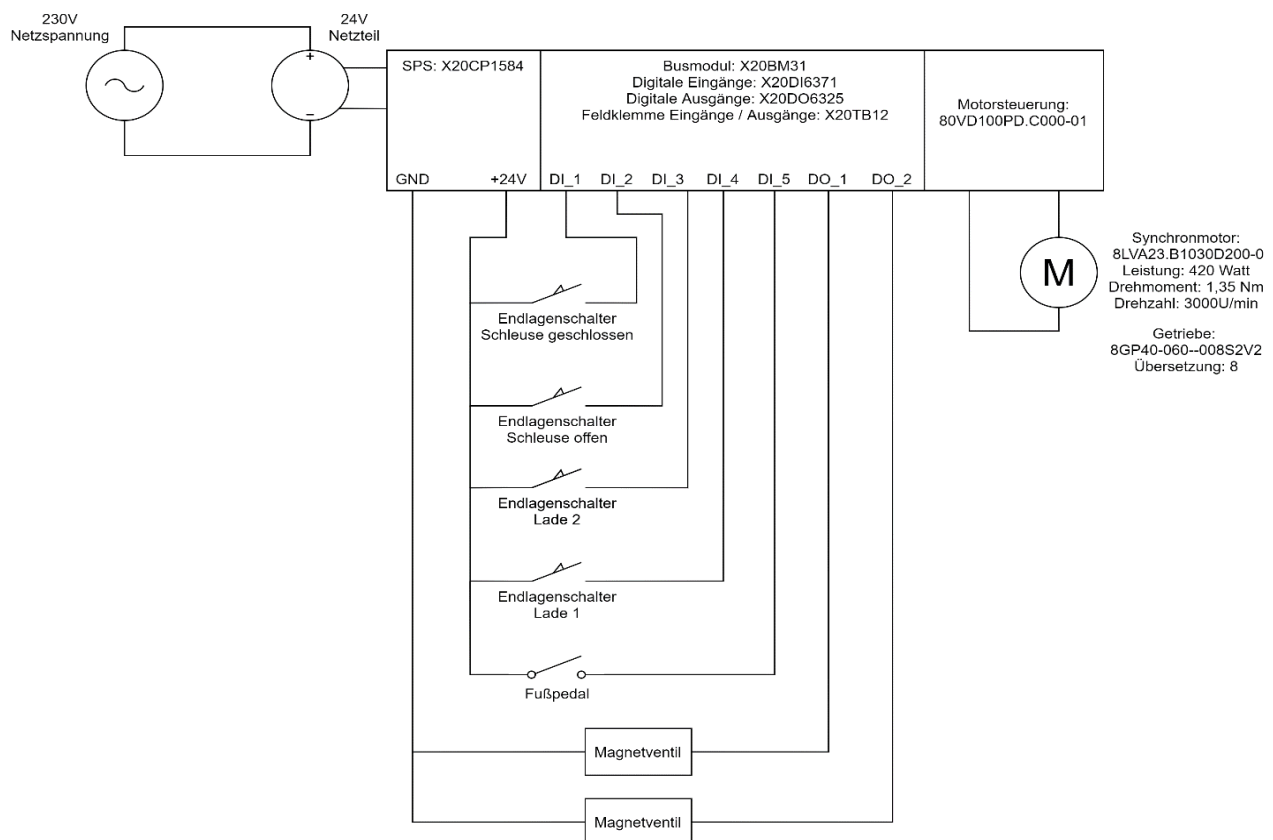
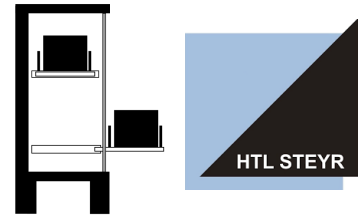


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.36 Elektronik - Schaltplan



3. Elektronik

Realisiert wurde die Elektronik mit einer SPS, mehreren Endlagenschaltern, einem Fußschalter, einem Synchronmotor zum Öffnen des Tors, einem Netzteil und zwei Magnetventilen zur Steuerung der Pneumatik.

3.1.2 Funktionsweise

Das Netzteil wandelt die 230 V Wechselstrom, welche vom normalen Stromnetz kommen, in 24 V Gleichstrom um. Mit den 24 V Gleichstrom des Netzteils wird die SPS mit Strom versorgt.

Die SPS steuert über die digitalen Ausgänge die Magnetventile. Ebenso schickt sie die gewünschte Drehzahl an den Wechselrichter, welcher den Synchronmotor steuert. Über die Endlagenschalter weiß die SPS immer, wo sich die Laden und das Tor befindet.

3.2 SPS

Bei einer SPS handelt es sich um einen programmierbaren Controller, welcher oft zur Automatisierung von Anlagen verwendet wird. Die Abkürzung SPS steht für *speicherprogrammierbare Steuerung*. Im Englischen nennt man so ein System Programmable Logic Controller oder kurz PLC.

Eine SPS besteht aus:

- einer Zentralen Recheneinheit, meistens eine handelsübliche CPU (*Central processing unit*)
- einem Programmiergerät, welches für die Programmierung der SPS zuständig ist,
- digitalen Eingängen, welche für Sensorik verwendet werden (z.B. Schalter, induktive Sensoren, Drehgeber, etc.)
- digitalen Ausgängen, welche für die Ansteuerung von Aktoren verwendet werden (z.B. Magnetventile, LEDs, Relais, etc.)

3. Elektronik

- einer Stromversorgung, welche die digitalen Eingänge, die digitalen Ausgänge und die zentrale Recheneinheit mit Strom versorgt
- Zusatzmodule (z.B. Servo-Controller, Displays, Schnittstellen, etc.)

3.2.1 Steuerungseinheit X20CP1584

Als SPS wurde eine X20CP1584, siehe [Q1], von B&R gewählt. Die Wahl fiel auf diese SPS, da das X20-System sehr modular ist und leicht an Anforderungen angepasst werden kann. Zudem ist sie kostengünstig im Vergleich zu anderen Modellen. Ebenso muss die SPS keine besonderen Anforderungen an Schutzklassen erfüllen, da sie in einem



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.37
X20CP1584

relativ geschützten Bereich eingesetzt wird. Die Taktfrequenz ist schnell genug, um Endlagenschalter beim Schließen oder Öffnen des Tores auslesen zu können, ohne zu weit zu fahren, aber nicht zu schnell, dass die SPS aktiv gekühlt werden müsste.

Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.7 Technische Eigenschaften X20CP1584

Name	Wert
Prozessor	ATOM E620T
Taktfrequenz	600 MHZ
Versorgungsspannung	24 V
Eingangsstrom	1,5 A
Leistungsaufnahme	8,6 W
Abmessungen/ Gewicht	150 mm x 99 mm x 85 mm / 400 g

3. Elektronik

3.2.2 I/O-Module

Die zentrale Recheneinheit X20CP1584, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.³⁷ [Q1], verfügt über keine digitalen Eingänge oder Ausgänge. Deshalb gibt es I/O-Module. I/O steht für Input/Output, also Eingang/Ausgang. Mithilfe dieser Ein- und Ausgänge kann die SPS Sensoren auslesen und Aktoren ansteuern. Diese I/O-Module gibt es in allen möglichen Ausführungen, da sie immer an verschiedene Bedingungen angepasst werden müssen.

Bei dem X20-System bestehen I/O-Module aus 3 Komponenten, wie in *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.³⁸ [Q8] dargestellt:

1. Busmodul: Das Busmodul ist das Bindeglied zwischen den digitalen Ein- und Ausgängen und der SPS selbst.
2. Digitale Ein-/Ausgänge: Diese Module sind für die jeweilige Anwendung ausgelegt und teilen der zentralen Recheneinheit mit, welchen Status die einzelnen Ein-/Ausgänge haben.
3. Feldklemmen: Die Klemmen werden auf das I/O-Modul gesteckt und bieten eine Verbindungsmöglichkeit für Kabel von Sensoren, Aktoren, etc.



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.³⁸
Busmodul; I/O-Modul; Feldklemmen

3. Elektronik

Für das Busmodul wurde das X20BM31, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.³⁹ [Q9], gewählt, da es über zwei Steckplätze verfügt und man somit das Eingangs- und das Ausgangs-Modul mit nur einem Busmodul verbinden kann.

Als Eingangsmodul wurde das X20DI6371, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁴⁰ [Q10], Modul gewählt, da es über sechs digitale Eingänge verfügt. Von den sechs Anschlüssen werden fünf verwendet für die vier Endlagenschalter und den Fußschalter. Da es kein Modul mit fünf, sondern nur mit vier oder sechs Eingängen gibt, wurde dieses Modul gewählt. Der eine freie digitale Eingang kann später für eine dritte Lade verwendet werden, sollte der Schrank später einmal um eine Kiste erweitert werden.

Als Ausgangsmodul wurde das X20DO6325 Modul, *siehe* [Q11], gewählt. Dieses Modul verfügt zwar über sechs Ausgänge und es werden nur zwei Ausgänge für die Magnetventile benötigt. Jedoch können dank der freien Ausgänge später noch weitere Funktionen, wie zum Beispiel ein optisches Signal, das anzeigt, ob sich die Schleuse öffnet oder schließt, hinzugefügt werden.



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴²

Als Feldklemmen wurden zwei X20TB12, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁴² [Q12], Klemmen verwendet. Sie verfügen über 12 Klemmmöglichkeiten, damit könnten später zur Erweiterung



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴⁰ 0 Digitale

Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴¹ 41 Digitale

3. Elektronik

der Funktionen der Schleuse die I/O – Module ausgetauscht werden, um mehr Ein- oder Ausgänge zu erhalten.

3.3 Netzteil

Das gewählte Netzteil, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁴³ [Q13], liefert die erforderlichen 24 V für die SPS und bis 2,2 Ampere. Damit kann dieses Netzteil die Stromaufnahme der SPS problemlos bewältigen. Außerdem ist das Netzteil auf eine DIN-Schiene montierbar, genauso wie die SPS selbst. Das Netzteil 136-8310 wird von der Firma RS Components hergestellt.

Tabelle Fehler: Verweis nicht gefunden.⁸ Technische Eigenschaften Netzteil

Name	Wert
Ausgangsspannung	24 V
Ausgangsstrom	2,2 A
Leistung	50 W
Eingangsspannung	90 – 264 V AC



zu

Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴³

3.4 Endlagenschalter

Für die Endlagenschalter der Laden und des Tors wurden LSM-11 Schalter, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁴⁴ [Q14], von der Firma Eaton gewählt. Diese Komponente wurde ausgesucht, da es ein kompakter Sicherheitspositionsschalter ist, dessen Einbau platzsparend ist. Ebenso ist das Produkt auf eine Eingangsspannung von 24 V ausgelegt.

Der Schalter kann als NO und als NC betrieben werden, wobei *normally open* für Schließer und *normally closed* für Öffner steht. Dies ermöglicht



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴⁴

3. Elektronik

später im Programm eine flexiblere Programmierung, da man einfach den Schalter von NC auf NO umstecken kann, ohne die Software ändern zu müssen.

3.5 Magnetventile

Bei den Ventilen handelt es sich um monostabile 3/2-Wege Ventile, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.*⁴⁵ [Q15], der Firma Festo, welche über einen Magnet geschaltet werden und mit einer Rückstellfeder wieder in die Ruhelage positioniert werden. Das Ventil wird über die 24 V der digitalen Ausgänge der SPS gesteuert. Dieses Ventil wurde gewählt, weil es leicht zum Ansteuern ist, da der Magnet nur eingeschaltet oder ausgeschaltet werden muss und sich das Ventil



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴⁵
3/2 Wegeventil VUWS-L25-M32U-M-Q6
dann federbelastet zurückstellt.

3.6 Fußschalter

Als Fußschalter wurde ein 6225-BBBB-ZBZZ-001 Schalter, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.*⁴⁶ [Q16], von RS Components verwendet, da dieser für 24 V ausgelegt ist. Außerdem handelt es sich um einen Momentan-Schalter, das bedeutet, dass, solange das Pedal gedrückt wird, der Schalter



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁴⁶ Fußschalter 6225-BBBB-

3. Elektronik

geschlossen ist und sobald der Bediener vom Pedal heruntersteigt, der Schalter wieder geöffnet wird. Das ist perfekt für das Auslesen über eine SPS.

3.7 Motor

Als Motor wurde ein Synchronmotor gewählt. Ein Synchronmotor ist eine elektrische Maschine, die aus einem permanent magnetisierten Rotor und einem Stator mit einem magnetischen Drehfeld besteht. Der Rotor dreht sich immer synchron zum Magnetfeld des Stators. Der Rotor, oder auch Läufer genannt, erzeugt entweder mit Permanentmagneten oder mit elektromagnetischer Fremderregung ein Magnetfeld. Die einfachste Ansteuerung der Synchronmaschine ist mittels eines Frequenzumrichters, damit kann man auch die Drehzahl sehr leicht steuern.

3.7.1 Auslegung der Seiltrommel

Da die Seiltrommel nicht viel Seil aufwickeln muss, kann sie relativ klein dimensioniert werden.

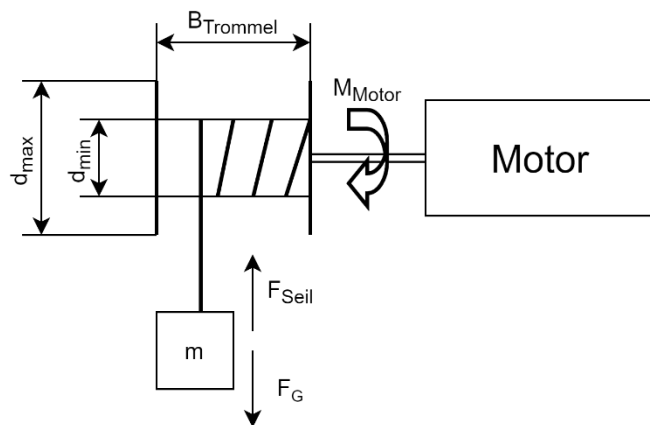


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.47 Motor mit Seiltrommel

Wie in *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.47* zu erkennen, gibt es bei der Seiltrommel 3 Parameter. $B_{Trommel}$ wird mit 20mm, d_{max} mit 70mm und d_{min} mit 50mm dimensioniert.

3.7.2 Berechnung der Motorleistung



3. Elektronik

Zur Berechnung der Motorleistung wird das Gewicht des Tores benötigt. Dieses wurde von Michael Hehenberger mit Hilfe von Creo berechnet. Das Gewicht des Tores beläuft sich auf 30 kg.

Zuerst wird die benötigte Leistung zum Hochheben des Tors berechnet mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.1* [Q25].

$$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} \quad \text{Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.1}$$

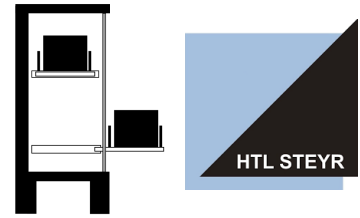
P ist die erforderliche Leistung, um eine Masse m in eine Höhe h innerhalb der Zeit t zu heben, bei einer Erdbeschleunigung von g. Nun setzen wir die Werte ein: m = 30 kg; g = 9,81 m/s²; h = 1 m; t = 1 s. Wobei h die Größe der Schleuse und t ein grober Richtwert für die benötigte Zeit, um das Tor zu öffnen, ist. Daraus erhalten wir dann eine erforderliche Leistung von 294,3 W. Dazu werden aus Sicherheitsgründen noch 20% hinzugegeben, um sicherzustellen, dass der Motor das Tor auch trotz Reibungsverluste, etc. hochheben kann. Mit diesen 20% erhalten wir dann eine Leistung von 353,16 W. Gewählt wurde jedoch eine Motorleistung von 400 W, damit der Motor nicht immer voll ausgelastet betrieben wird.

Als nächstes wird nun das erforderliche Moment berechnet, um die Schleuse mit dem Seilzug anheben zu können. Dies erfolgt mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.2* [Q26].

$$M = m \cdot g \cdot r \quad \text{Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.2}$$

Für die Berechnung von M wird nun für m = 30 kg, für g=9,81 m/s², und für r = d_{min}/2 eingesetzt, wobei d_{min}, wie in *Abschnitt 3.7.1* erwähnt, 50 mm ist. Damit ergibt sich ein erforderliches Moment von 7,36 Nm. Um dieses Moment nicht dauerhaft auszulasten und um sicherzustellen, dass nicht berücksichtigte Reibungsverluste zum Problem werden, wurde ein Moment von 9 Nm gewählt.

Nun kann man die Drehzahl des Motors berechnen mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.3* [Q27]. Diese wird umgeformt auf die Drehzahl n.



3. Elektronik

$$P = 2\pi * M * n \quad \text{Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.3}$$

Nun wird die gewählte Motorleistung $P = 400 \text{ W}$ und das gewählte Moment $M = 9 \text{ Nm}$ eingesetzt und wir erhalten eine Motordrehzahl von $424,4 \text{ U/min}$. Gewählt wurde eine Drehzahl von 400 U/min .

Wir brauchen nun einen Motor mit einer Nennleistung von 400 W , einem Nennmoment von 9 Nm und einer Nenndrehzahl von 400 U/min . Da es keinen Motor mit einem so hohen Moment und relativ geringer Drehzahl gibt außer speziellen Torquemotoren, wird nun ein Synchronmotor mit einem Getriebe verwendet. Jedoch muss zuerst ein Getriebe berechnet werden und dann noch die tatsächliche Motorleistung.

Zuerst wird bei der Getriebeberechnung das Übersetzungsverhältnis i berechnet. Dies erfolgt nach der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.4* [Q28].

$$i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \quad \text{Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.4}$$

Für n_{zu} wurde eine Drehzahl von 3000 U/min gewählt, da dies eine weitverbreitete Drehzahl ist. Die Drehzahl n_{ab} sind die zuvor berechneten 400 U/min . Damit ergibt sich nun ein Übersetzungsverhältnis von $7,5$. Nun können wir ebenso mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.4* [Q28] das erforderliche Drehmoment des Motors berechnen und erhalten ein Nennmoment von $1,2 \text{ Nm}$.

Jetzt sind alle Werte bekannt und es kann ein Motor und ein Getriebe ausgewählt werden.

3.7.3 Auswahl eines Motors

Aus der Berechnung aus *Abschnitt 3.7.2* sind nun alle Motor- und Getriebedaten bekannt, um eine Motor-Getriebe-Kombination auszuwählen. Die Wahl fiel auf den $8\text{LVA}23.\text{B}1030\text{D}200\text{-}0$ Synchronmotor, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.49* [Q18], der Firma B&R und

3. Elektronik

wird mit dem Getriebe 8GP40-060--008S2V2, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.48* [Q17], ebenfalls von der Firma B&R, verbunden.

Der Motor verfügt über eine Nennleistung von 420 W, ein Nennmoment von 1,35 Nm sowie eine Nenndrehzahl von 3000 U/min und erfüllt damit die berechneten Werte. Das Getriebe ist ein Planetengetriebe mit einem Übersetzungsverhältnis i von 8.

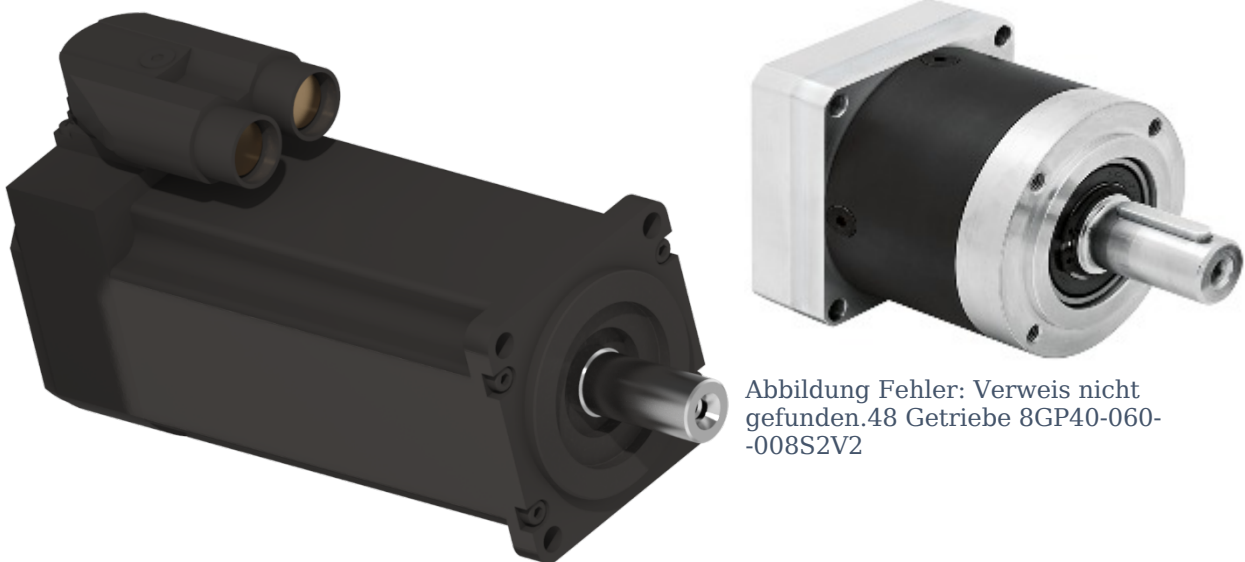


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.48 Getriebe 8GP40-060-008S2V2

Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.49

3.7.4 Rückrechnen der tatsächlichen Leistung die der Motor umsetzt

Nachdem in *Abschnitt 3.7.3* ein Motor mit einem Getriebe ausgewählt wurde, kann man nun nachrechnen, ob das Gewicht, dass der Motor heben kann, auch mehr als die 30 kg, die das Tor wiegt, ist.

Dazu wird als erstes mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.4* [Q28] das neue Moment, das der Motor mit dem Getriebe umsetzen kann, berechnet. Danach wird die neue Drehzahl berechnet. Das Moment beläuft sich auf 10,8 Nm und die Drehzahl auf 375 U/min. Daraus folgt dann mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.3* [Q27] eine Leistung von 424,12 W. Diese Leistung kann nun mit der *Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.1* [Q25] auf die Masse, die der

3. Elektronik

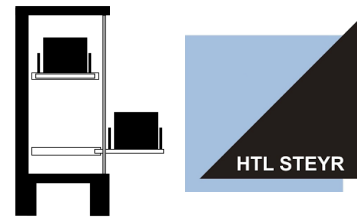
Moter mit dem Getriebe maximal einen Meter hochheben kann, umgerechnet werden. Daraus folgt, dass der gewählte Synchronmotor ein Gewicht von 43,23 kg heben kann. Das ist genug, um das 30 kg schwere Tor zu heben und Reibungsverluste zu kompensieren.

3.8 Motorsteuerung

Als Motorsteuerung wurde der 80VD100PD.C000-01 Wechselrichter, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.50* [Q19], der Firma B&R gewählt. Dieser Wechselrichter verfügt über genug Leistung und ist mit dem in *Abschnitt 3.7.3* gewählten Motor kompatibel. Ebenso kann die in *Abschnitt 3.2.1* gewählte SPS mit diesem Frequenzumrichter mit der von B&R entwickelten Schnittstelle POWERLINK kommunizieren und somit problemlos steuern.



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.50 Wechselrichter



4. Pneumatik

Die Pneumatik soll dafür sorgen, dass es in der Kammer immer einen Überdruck hat. Damit das realisiert werden kann, gibt es zwei Austrittspunkte, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.51*. Der erste ist eigentlich immer offen, außer die Sauberkeits-Schleuse wird ausgeschaltet, dann schließt sich dieser Kreis, damit nicht unnötig Druckluft verbraucht wird, wenn die Maschine nicht benötigt wird. Der zweite sorgt dafür, dass beim Öffnen des Tors keine verschmutzte Luft aus der Halle einströmt.

Es gibt es zwei Anschlüsse, einen für oben und einen für unten, je nachdem, ob der Anschluss von der Wand oder von der Decke kommt. Da beide Anschlüsse miteinander verbunden sind, wird ein Rückschlagventil pro Anschluss dazwischen gehängt, um zu verhindern, dass die Druckluft bei dem nicht benutzten Anschluss ausströmt.

Ansonsten gibt es auch noch zwei Druckregler, um einerseits den Überdruck innerhalb der Kammer zu kontrollieren und andererseits die Stärke, mit der Luft aus dem Schrank hinausgedrückt wird.

4.2 Ventile

Benötigt werden zwei monostabile 3/2-Wegeventile, welche mit einem Elektromagneten angesteuert werden können.

Gewählt wurden zwei 3/2-Wegeventile VUWS-L25-M32U-M-Q6, *siehe Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.52* [Q20], der Firma Festo.



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.52 3/2-Wegeventil VUWS-L25-M32U-M-Q6

Ein 3/2-Wegeventil besitzt 3 Anschlüsse und 2 Stellungen. Es werden die Anschlüsse 1 und 2 verbunden und der Anschluss 3 wird verschlossen. Damit ergibt sich, dass in der Ruhelage die 1 und 2 nicht verbunden sind. Wird nun der Elektromagnet über einen digitalen Ausgang der SPS mit 24 V versorgt, schaltet das Ventil in die zweite Stellung und nun sind Anschluss 1 und 2 verbunden und Luft kann durch das Ventil strömen. Wenn der Elektromagnet ausgeschaltet wird, dann wird das Ventil über die mechanische Rückstellfeder in die Ruhelage zurückzogen

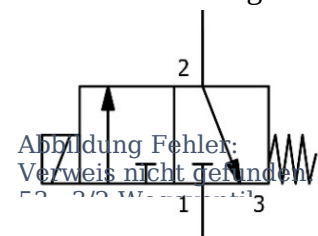


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.53 3/2-Wegeventil VUWS-L25-M32U-M-Q6

4. Pneumatik

und die Anschlüsse 1 und 2 sind nicht mehr verbunden. Die Anschlüsse erfolgen mit einer 6 mm Durchmesser Schnellsteckverbindung.

4.3 Druckregler

Damit man den Druck innerhalb der Kammer einstellen kann, wurden zwei Druckregler verwendet. Der eine steuert den Druck innerhalb der Kammer, im geschlossenen Zustand. Dieser kann über den Druckregler selbst verstellt werden.

Der andere steuert, mit welchem Druck die Kammer geflutet werden soll, wenn sie geöffnet wird. Dieser kann ebenso nach Wunsch eingestellt werden. Als Druckregler wurden MS2-LR-QS6-D6-AR-BAR-B Druckregler, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁵⁴ [Q21], der Firma Festo gewählt. Diese Druckregler verfügen über eine Druckanzeige, zum manuellen Einstellen, und werden mit einem 6 mm Durchmesser Schnellstecksystem verbunden.



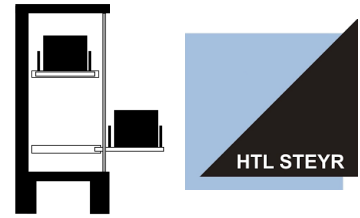
Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁵⁴
4 Druckregler MS2-LR-

4.4 Rückschlagventile

Da es bei der Sauberkeits-Schleuse zwei Anschluss-Möglichkeiten gibt, muss ein Rückschlagventil verwendet werden, um zu verhindern, dass die Druckluft bei dem nicht verwendeten Anschluss austritt. Als Rückschlagventil wurde das H-QS-6 Rückschlagventil, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁵⁵ [Q22], gewählt. Einerseits ist dies ein schlanker und kleiner Bauteil, nimmt nicht viel Platz weg und andererseits verfügt es über einen 6 mm Durchmesser Schnellstecksystem Anschluss.



Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.⁵⁵ Rückschlagventil H-



4. Pneumatik

4.5 Anschlüsse

Bei den Anschlüssen handelt es sich um QS-G1/4-6 Anschlüsse, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden*.⁵⁶ [Q23], der Firma Festo. Dies ermöglicht den Anschluss von einem Standard $\frac{1}{4}$ auf das Schnellanschlusssystem mit dem Durchmesser von 6 mm.



Zoll

*Abbildung Fehler:
Verweis nicht gefunden.
56 [Q23]*

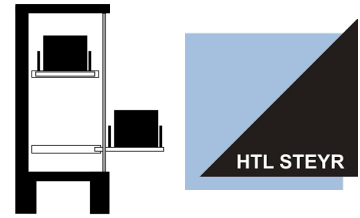
4.6 Pneumatik-Verbindung

Als Verbindung wurde ein Standard Pneumatik-Schlauch, siehe [Q24], mit einem Durchmesser von 6 mm gewählt. Alle Pneumatik-Komponenten verfügen über das Schnellanschlusssystem der Steckverbinder. Dadurch können alle Komponenten schaltplangetreu einem 6 mm Pneumatik-Schlauch problemlos miteinander verbunden werden.



mit

*Abbildung Fehler:
Verweis nicht gefunden.
57 6mm Durchmesser
Pneumatik-Schlauch*



5. Software

5. Software

Das Programm steuert den gesamten Ablauf des Öffnungsmechanismus der Sauberkeits-Schleuse.

Die SPS wird mit der Programmiersprache Structured Text oder kurz ST programmiert. Diese Programmiersprache wird für speicherprogrammierbare Steuerungen verwendet und ist durch die Norm EN 61131 definiert. Diese Norm legt den Umfang der Sprache fest. Der Syntax ist ähnlich zur Programmiersprache Pascal. Bei Schlüsselwörtern gibt es keine Unterscheidung von Groß- und Kleinschreibung.

5.1 Anforderungen an das Programm

Das Programm soll drei grundlegende Punkte erfüllen:

- Sobald ein Mitarbeiter den Fußschalter betätigt und sich die Schleuse im geschlossenen Zustand befindet, soll die Schleuse geöffnet werden und offenbleiben
- Sobald der Mitarbeiter eine Lade herauszieht, darf die Schleuse auf keinen Fall schließen, da das Tor sonst die Lade zerstört.
- Wenn alle Laden wieder in dem Schrank sind und der Mitarbeiter seinen Fuß von Fußschalter entfernt hat, soll sich die Schleuse nach Ablauf eines gewissen Timers wieder schließen. Der Timer soll verhindern, dass der Mitarbeiter nur kurz auf das Pedal tritt, dann eine Lade herauszieht und die Schleuse sich in der Zwischenzeit schon wieder schließt.

Zu diesen drei Punkten kommen noch ein paar zusätzliche Punkte hinzu, um die Sicherheit und die Funktionsweise der Schleuse zu verbessern.

Einerseits muss beim Schließen der Schleuse immer darauf geachtet werden, ob eine Lade herausgezogen wird und sollte dies der Fall sein, muss der Schließvorgang beendet werden und das Tor wieder aufgehen.

5. Software

Andererseits sollte, wenn die Maschine ausgeschaltet wird, darauf geachtet werden, dass alle Pneumatik-Kreise geschlossen werden, damit nicht unnötig Luft verschwendet wird.

5.2 Logischer Ablauf

5.2.1 Flussdiagramm

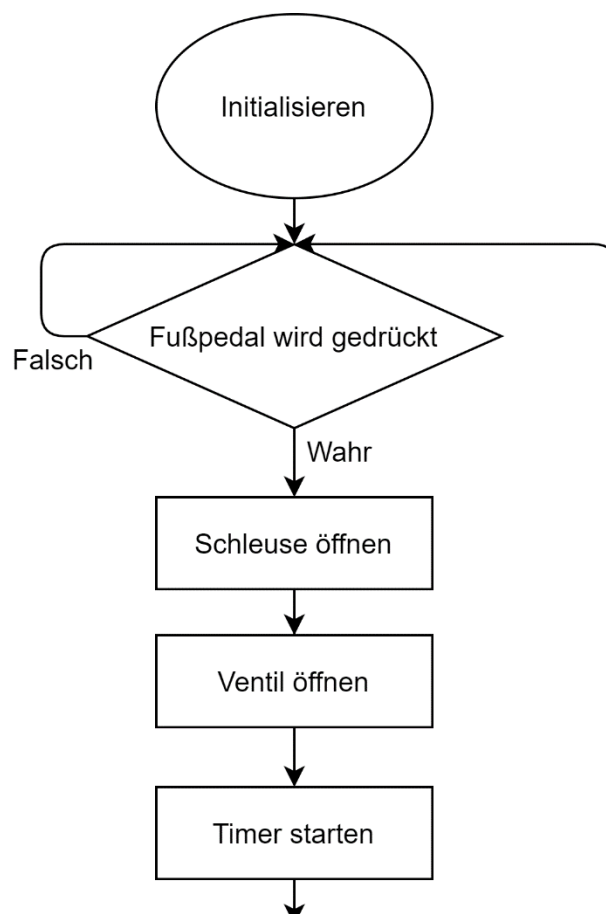


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.58 Flussdiagramm

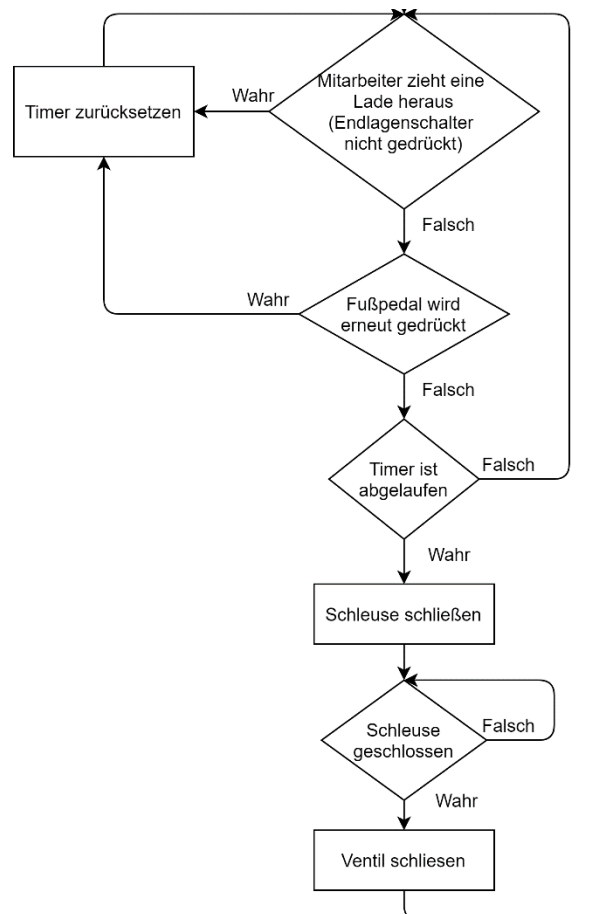
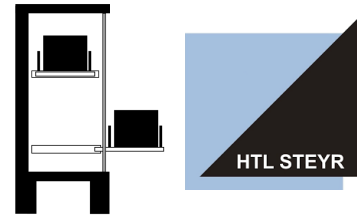


Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.59

Das Flussdiagramm, siehe *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.58* und *Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.59*, gibt einen groben Überblick über den Ablauf des Programms und wird im *Abschnitt 5.2.2* genauer erklärt



5. Software

5.2.2 Beschreibung

Zuerst wird die Initialisierung durchgeführt, dabei werden folgende Punkte ausgeführt: Als erstes wird die Verbindung zu allen SPS Modulen hergestellt. Danach werden alle Variablen deklariert. Gebraucht wird jeweils pro Endlagenschalter ein *boolean* oder auch *Bool* genannt. Ein *Bool* ist eine Variable, die nur ein Bit groß ist und somit entweder den Wert 1 oder 0 haben kann. Da ein *Bool* nur zwei Zustände haben kann, werden diese auch öfters als Wahr oder Falsch bezeichnet, also im Englischen *true or false*. Das bedeutet, dass wir mit einem *Bool* bestimmen können, ob der Endlagenschalter gedrückt ist oder nicht. Auch für den Fußschalter wird ein *bool* verwendet. Dazu kommt noch eine Timer-Variable oder auch Zeitglied genannt. Das Zeitglied bewirkt, dass, sobald der Timer gestartet wird, man immer abfragen kann ob der Timer noch läuft oder ob er schon abgelaufen ist.

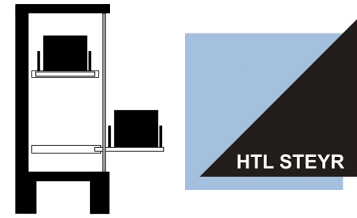
Danach wird ein Selbsttest durchgeführt. Das heißt, es wird überprüft ob die Endlagenschalter des Tors funktionieren. Dies erfolgt durch Anfahren der beiden Endlagenschalter.

Nach Beendigung des Selbsttest wird einerseits das Ventil für den dauerhaft geöffneten Pneumatik-Kreis geöffnet und das Tor in die Ausgangsposition gefahren.

Anschließend wird der Teil des Programmes gestartet, der immer wieder durchläuft. Dieser Teil wird auch *Cyclic* oder zu Deutsch *Zyklus* genannt.

Im Zyklus wird geprüft, ob der Fußschalter gedrückt wurde, das heißt, es wird überprüft, ob der digitale Eingang 1 High ist. Sollte dies der Fall sein, dann wird eine Sequenz an Befehlen ausgeführt:

- Schleuse öffnen: Das bedeutet, es wird dem Wechselrichter, der den Synchronmotor steuert, gesagt, er soll den Motor drehen. Dann wird die ganze Zeit geprüft, ob der Endlagenschalter, der sich in der geöffneten Position befindet, gedrückt wird. Sobald der Endlagenschalter betätigt wird, stoppt der Motor.



5. Software

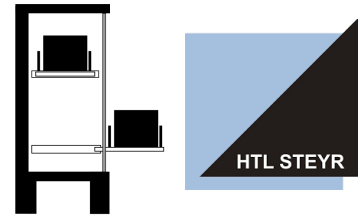
- Ventil öffnen: Damit keine verschmutzte Luft eintritt, nachdem die Schleuse geöffnet worden ist, wird nun das Magnetventil aktiviert. Dies geschieht, indem der digitale Ausgang 2 auf High gesetzt wird.
- Timer starten: Das Zeitglied wird nun mit einer Zeit von 5 Sekunden gestartet

Nach dem Starten des Timers wird nun eine While-Schleife gestartet. Bei einer While-Schleife handelt es sich um einen Programmteil, der immer wieder ausgeführt wird, solange eine bestimmte Abbruchbedingung nicht erfüllt ist. In diesem Fall ist die Abbruchbedingung der Timer. Wenn der Timer abgelaufen ist, wird die While-Schleife beendet. Innerhalb der Schleife werden drei Punkte mithilfe einer IF-Abfrage überprüft. Eine IF-Abfrage ist eine Verzweigung im Programm, die aufgrund einer Bedingung, hier: „Ist der Endlagenschalter gedrückt?“, verschiedene Teile des Programms ausführt.

Die erste Bedingung beobachtet, ob einer oder beide der Endlagenschalter gedrückt sind. Sollte dies der Fall sein, wird der Timer zurückgesetzt. Die zweite Bedingung überprüft den Fußschalter. Wenn der Fußschalter wieder betätigt wird, dann will der Bediener, dass die Schleuse länger offenbleibt und somit wird der Timer auf 5 Sekunden zurückgesetzt.

Das bedeutet, sobald innerhalb der 5 Sekunden des Zeitgliedes keine der Bedingungen erfüllt wird, wird die Schleuse geschlossen. Dies erfolgt, indem die SPS der Motorsteuerung mitteilt, dass der Motor sich nun in die andere Richtung als beim Öffnen drehen soll. Während der Motor sich dreht, wird konstant überwacht, ob das Tor den Endlagenschalter erreicht. Sobald dies der Fall ist, wird der Motor gestoppt.

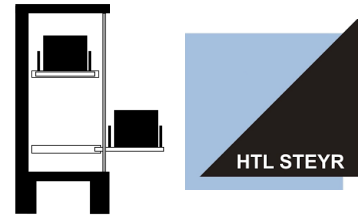
Nachdem das Tor wieder geschlossen ist, fängt das Programm mit dem Zyklus von vorne an.



VI. Zusammenfassung

Das Ergebnis der Diplomarbeit ist ein fertig ausgearbeitetes Konzept, welches sowohl die Konstruktion als auch die Elektronik umfasst. Es wurden alle zur Fertigung wichtige Komponenten dimensioniert. Das heißt, es wurden alle Fertigungszeichnungen für alle Nichtnormteile erstellt, ebenso wurden alle Normteile ausgewählt. Es wurde ein Schaltplan für die Pneumatik und die Elektronik erstellt und ebenso alle Komponenten ausgewählt, außerdem wurde der logische Ablauf des Programms genau beschrieben und in Form eines Flussdiagrammes dargestellt.

Diese Arbeit erklärt, wieso welche Komponenten gewählt wurden und wie die mechanische Konstruktion, die Elektronik und die Pneumatik funktionieren, respektive über das Programm gesteuert werden.



VII. Summary

VII. Summary

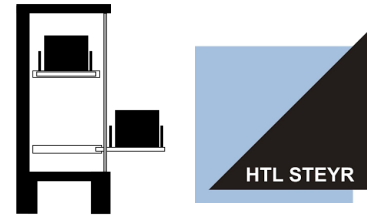
The result of this diploma thesis is a completed concept, which contains the mechanical and electrical aspects of the concept. All components important for fabrication were either created or selected from off the shelf components. This means that all production drawings for non-standard parts were created and standard parts were chosen to meet the criteria. Also, circuit diagrams for the pneumatics and electronics have been created, and the software was developed in the form of a flow diagram.

The content of this thesis explains why specific components were chosen and how the mechanical concept functions, the electronics and the pneumatics work and how they are controlled by the program.



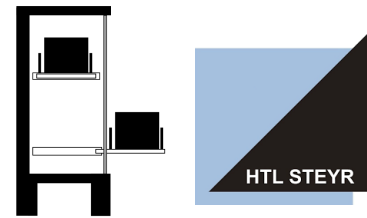
VIII. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1 Paarweiser-Vergleich Konzept.....	17
Tabelle 1.2 Paarweiser-Vergleich Aktoren.....	17
Tabelle 1.3 Paarweiser-Vergleich Öffnungsmechanismus.....	18
Tabelle 1.4 Nutzwertanalyse Funktionsweise.....	19
Tabelle 1.5 Nutzwertanalyse Aktoren.....	20
Tabelle 1.6 Nutzwertanalyse Umsetzung.....	20
Tabelle 3.1 Technische Eigenschaften X20CP1584.....	48
Tabelle 3.2 Technische Eigenschaften Netzteil.....	51



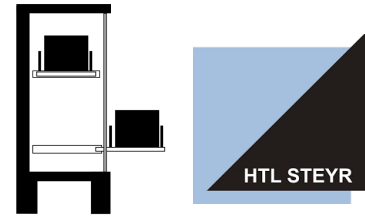
IX. Bildverzeichnis

Abbildung 1.1	Luftvorhang.....	10
Abbildung 1.2	Horizontal montierte Plane.....	12
Abbildung 1.3	Faltschiebetor (Oberansicht).....	13
Abbildung 2.1	Fertige Konstruktion.....	22
Abbildung 2.2	EPP-Behälter-Halterung.....	24
Abbildung 2.3	Halteblech.....	25
Abbildung 2.4	Standfläche mit Last.....	26
Abbildung 2.5	Beschränkungsbedingungen.....	26
Abbildung 2.6	Gitternetz.....	27
Abbildung 2.7	Berechnungsergebnisse.....	27
Abbildung 2.8	Teleskopschiene mit Soft Closing.....	28
Abbildung 2.9-	Außenbefestigung der Teleskopschiene.....	29
Abbildung 2.10-	Innenbefestigung der Teleskopschiene.....	29
Abbildung 2.11	Gerüst.....	30
Abbildung 2.12	Winkel.....	31
Abbildung 2.13	Innenwinkel.....	31
Abbildung 2.14	Parallelverbinder.....	32
Abbildung 2.15	Abdeckkappe.....	32
Abbildung 2.16	Standfuß-Profil-Verbindung.....	33
Abbildung 2.17	Standfuß.....	33
Abbildung 2.18	Rückwand.....	34
Abbildung 2.19	Rechte Wand mit angelegtem Flansch.....	35
Abbildung 2.20	Linke Wand.....	35
Abbildung 2.21	Bodenblech.....	36
Abbildung 2.22	Deckblech.....	37
Abbildung 2.23	Dichtband.....	38
Abbildung 2.24	Absatz für die Klemmdichtung.....	38
Abbildung 2.25	Torelement-Absatz.....	38
Abbildung 2.26	Scharnierband.....	39
Abbildung 2.27	Scharnierband, vereinfachte Darstellung.....	40
Abbildung 2.28	Laufschienen.....	41
Abbildung 2.29	Laufrolle.....	42
Abbildung 2.30	Klemmprofil.....	44
Abbildung 2.31	Zargendichtung.....	44
Abbildung 2.32	Scharnierdichtungszeichnung.....	45
Abbildung 3.1	Elektronik - Schaltplan.....	46
Abbildung 3.2	X20CP1584.....	48
Abbildung 3.3	Busmodul; I/O-Modul; Feldklemmen.....	49
Abbildung 3.4	Busmodul X20BM31.....	50
Abbildung 3.5	Digitale Eingänge Modul X20DI6371.....	50



IX. Bildverzeichnis

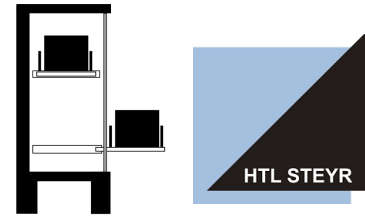
Abbildung 3.6	Digitale Ausgänge Modul X20DO6325.....	50
Abbildung 3.7	Feldklemme X20TB12.....	50
Abbildung 3.8	Netzteil 136-8310.....	51
Abbildung 3.9	Endlagenschalter LSM-11.....	51
Abbildung 3.10	3/2 Wegeventil VUWS-L25-M32U-M-Q6.....	52
Abbildung 3.11	Fußschalter 6225-BBBB-ZBZZ-001.....	52
Abbildung 3.12	Motor mit Seiltrommel.....	53
Abbildung 3.13	Getriebe 8GP40-060--008S2V2.....	56
Abbildung 3.14	Synchronmotor 8LVA23.B1030D200-0.....	56
Abbildung 3.15	Wechselrichter 80VD100PD.C000-01.....	57
Abbildung 4.1	Pneumatik Schaltplan.....	58
Abbildung 4.2	3/2-Wegeventil VUWS-L25-M32U-M-Q6.....	59
Abbildung 4.3	3/2-Wegeventil Schaltsymbol.....	59
Abbildung 4.4	Druckregler MS2-LR-QS6-D6-AR-BAR-B.....	60
Abbildung 4.5	Rückschlagventil H-QS-6.....	60
Abbildung 4.6	Pneumatik-Anschluss QS-G1/4-6.....	61
Abbildung 4.7	6mm Durchmesser Pneumatik-Schlauch.....	61
Abbildung 5.1	Flussdiagramm Teil-1.....	63
Abbildung 5.2	Flussdiagramm Teil-2.....	63



X. Quellenverzeichnis

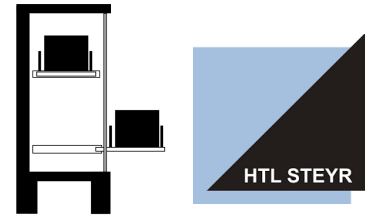
X. Quellenverzeichnis

- [Q1] Abbildung 2.8 Teleskopschiene mit Soft Closing
[<https://www.teleskopschienen-shop.de/soft-closing/teleskopa-uszuegemitsoftclosingbis70kg/teleskopauszug-mit-soft-closing---560-mm.php>; 30.03.2020]
- [Q2] Abbildung 2.12 Innenwinkel
[<https://www.boschrexroth.com/de/at/produkte/produktgruppen/montagetechnik/mechanik-grundelemente/verbindungselemente/innenwinkel>; 30.03.2020]
- [Q3] Abbildung 2.26 Scharnierband
[<http://www.jrindustries.de/isolierte-rolltore.html>; 30.03.2020]
- [Q4] Abbildung 2.28 Laufschiene
[<https://www.hesse-tore.de/de/ersatzteile/industrietore/sektionaltore/laufschiene.php>; 30.03.2020]
- [Q5] Abbildung 2.30 Klemmprofil
[<https://www.hinscha.com/de/produkte/gummi/klemmprofile/klemmprofil-mit-top-dichtung-klemmbereich-1-2mm/>; 30.03.2020]
- [Q6] Abbildung 2.32 Scharnierdichtungszeichnung
[<http://www.jrindustries.de/isolierte-rolltore.html>; 30.03.2020]
- [Q7] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.37 X20CP1584: B&R Industrial Automation [<https://www.br-automation.com/de/produkte/steuerungssysteme/x20-system/x20-cpus/x20cp1584/>; 28.03.2020]
- [Q8] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.38 Busmodul; I/O-Modul; Feldklemmen: B&R Industrial Automation [<https://www.br-automation.com/de-at/produkte/io-systeme/x20-system/>; 28.03.2020]
- [Q9] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.39 Busmodul X20BM31: B&R Industrial Automation [<https://www.br-automation.com/de-at/produkte/steuerungssysteme/x20-system/busmodule/x20bm31/>; 28.03.2020]



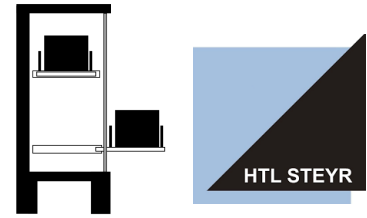
X. Quellenverzeichnis

- [Q10] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.40 Digitale Eingänge Modul X20DI6371: B&R Industrial Automation [https://www.br-automation.com/de-at/produkte/steuerungssysteme/x20-system/digitale-eingaenge/x20di6371/; 28.03.2020]
- [Q11] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.41 Digitale Ausgänge Modul X20DO6325: B&R Industrial Automation [https://www.br-automation.com/de-at/produkte/steuerungssysteme/x20-system/digitale-ausgaenge/x20do6325/; 28.03.2020]
- [Q12] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.42 Feldklemme X20TB12: B&R Industrial Automation [https://www.br-automation.com/de-at/produkte/steuerungssysteme/x20-system/feldklemmen/x20tb12/; 28.03.2020]
- [Q13] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.43 Netzteil 136-8310: RS Components [https://at.rs-online.com/web/p/din-schienen-netzteile/1368310/; 28.03.2020]
- [Q14] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.44 Endlagenschalter LSM-11: Eaton Katalog [http://www.eaton.eu/DE/Europe/Electrical/ProductsServices/AutomationControl/CommandControl/PositionSwitches/MechanicalpositionswitchesLSTitan/index.htm#tabs-3; 28.03.2020]
- [Q15] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.45 3/2 Wegeventil : Festo Österreich [https://www.festo.com/cat/de-at_at/products_vsnr; 28.03.2020]
- [Q16] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.46 Fußschalter 6225-BBBB-ZBZZ-001: RS Components [https://at.rs-online.com/web/p/fusschalter/8086989/; 28.03.2020]
- [Q17] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.48 Getriebe 8GP40-060--008S2V2: B&R Industrial Automation [https://www.br-automation.com/de-at/produkte/antriebstechnik/standard-planetengetriebe-8g/planetengetriebe-mit-abtriebswelle-8gp/8gp40-060hh008klmm/; 28.03.2020]
- [Q18] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.49 Synchronmotor 8LVA23.B1030D200-0: B&R Industrial



X. Quellenverzeichnis

- Automation
[<https://www.br-automation.com/de-at/produkte/antriebstechnik/synchronmotoren-8lva/standardmotoren/8lva23b1030d200-0/>; 28.03.2020]
- [Q19] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.50
Wechselrichter 80VD100PD.C000-01: B&R Industrial
Automation
[<https://www.br-automation.com/de-at/produkte/antriebstechnik/standard-planetengertriebe-8g/planetengertriebe-mit-abtriebswelle-8gp/8gp40-060hh008klmm/>; 28.03.2020]
- [Q20] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.52 3/2-
Wegeventil : Festo Österreich
[https://www.festo.com/cat/de-at_at/products_VSNC;
28.03.2020]
- [Q21] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.54
Druckregler MS2-LR-QS6-D6-AR-BAR-B: Festo Österreich
[https://www.festo.com/cat/de-at_at/products_MS2_LR;
28.03.2020]
- [Q22] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.55
Rückschlagventil H-QS-6: Festo Österreich
[https://www.festo.com/cat/de-at_at/products_H_HA_HB;
28.03.2020]
- [Q23] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.56
Pneumatik-Anschluss QS-G1/4-6: Festo Österreich
[https://www.festo.com/cat/de_at/products_QS; 28.03.2020]
- [Q24] Abbildung Fehler: Verweis nicht gefunden.57 6mm
Durchmesser Pneumatik-Schlauch: Festo Österreich
[https://www.festo.com/cat/de_at/products_PUN#;
28.03.2020]
- [Q25] Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.1: Gomeringer
Roland, Menges Volker, Scholer Claudius, et al.: Tabellenbuch
Metall, 46. Auflage, Österreich, 2015
- [Q26] Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.2: Gomeringer
Roland, Menges Volker, Scholer Claudius, et al.: Tabellenbuch
Metall, 46. Auflage, Österreich, 2015



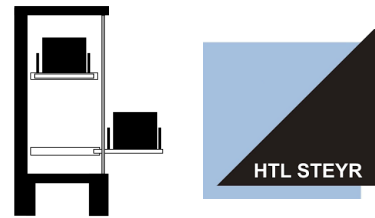
X. Quellenverzeichnis

- [Q27] Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.3: Herbert Wittel, Dieter, Muhs, Dieter Jannasch, et al.: Roloff/Matek Maschinenelemente, 22.Auflage, Deutschland, 2015
- [Q28] Formel Fehler: Verweis nicht gefunden.4: Gomeringer Roland, Menges Volker, Scholer Claudius, et al.: Tabellenbuch Metall, 46. Auflage, Österreich, 2015



XI. Anhang

<u>ANHANG 1.</u>	<u>BESPRECHUNGSPROTOKOLLE</u>	<u>75</u>
ANHANG 1.1	BESPRECHUNG VON 24.05.2019	75
ANHANG 1.2	BESPRECHUNG VOM 04.07.2019	76
ANHANG 1.3	BESPRECHUNG VOM 09.07.2019	77
ANHANG 1.4	BESPRECHUNG VOM 30.09.2019	78
ANHANG 1.5	BESPRECHUNG VOM 26.11.2019	79
ANHANG 1.6	BESPRECHUNG VOM 11.02.2020	80
ANHANG 1.7	BESPRECHUNG VOM 12.03.2020	81
<u>ANHANG 2.</u>	<u>PROJEKTTAGEBUCH HEHENBERGER</u>	<u>82</u>
<u>ANHANG 3.</u>	<u>PROJEKTTAGEBUCH REINEGGER</u>	<u>84</u>



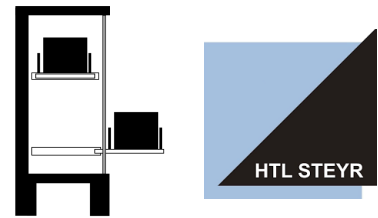
Anhang 1. **Besprechungsprotokolle**

Anhang 1.1 **Besprechung von 24.05.2019**

Blatt-Nr.	1		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Erläuterung der Aufgabenstellung		
Besprechungsdatum	24.05.2019	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsart	BMW Steyr		
Uhrzeit	9:45 - 11:30		
Teilnehmer	Karl Flucher Reichl Burkhard Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	
Besprechung des Umfangs der Diplomarbeit und wer für welchen Teil verantwortlich ist.	

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Ideen für mögliche Konzepte sammeln	01.07.2020

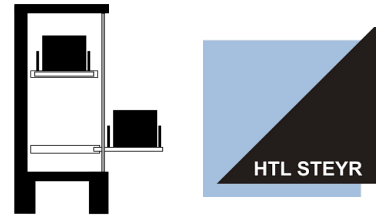


Anhang 1.2 Besprechung vom 04.07.2019

Blatt-Nr.	2		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Themenstellung neu definieren		
Besprechungsdatum	04.07.2019	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsort	BWM Steyr		
Uhrzeit	08:00 – 9:00		
Teilnehmer	Karl Flucher Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	
Änderung des Diplomarbeitsthemas. Besprechung der neuen Aufgabenstellung.	

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Konzepte erstellen	09.07.2019
Präsentation für alle Konzepte erstellen	09.07.2019

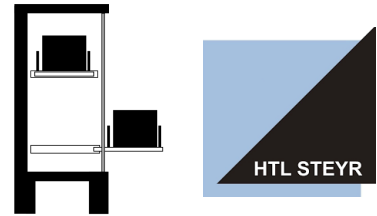


Anhang 1.3 Besprechung vom 09.07.2019

Blatt-Nr.	3		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Weitere Vorgehensweise		
Besprechungsdatum	09.07.2019	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsart	BMW Steyr		
Uhrzeit	13:00-14:30		
Teilnehmer	Karl Flucher Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	
Einigung auf bestes Konzept, welches dann ausgearbeitet werden soll	

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Konzept ausarbeiten	31.01.2020

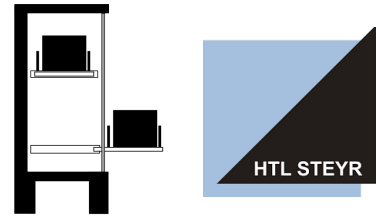


Anhang 1.4 Besprechung vom 30.09.2019

Blatt-Nr.	4		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Besprechung der derzeitigen Lage		
Besprechungsdatum	30.09.2019	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsort	HTL Steyr		
Uhrzeit	12:30 – 13:30		
Teilnehmer	Burkhard Reichl Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	
Aktuelle Lage und weitere Vorgehensweise besprechen.	

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Diplomarbeit weiterarbeiten	

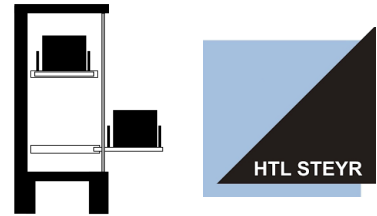


Anhang 1.5 Besprechung vom 26.11.2019

Blatt-Nr.	5		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Lagebesprechung		
Besprechungsdatum	26.11.2019	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsort	HTL Steyr		
Uhrzeit	12:30 – 13:30		
Teilnehmer	Burkhard Reichl Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	
Besprechung der derzeitigen Lage und weiterer Vorgehensweise	

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Weiterarbeiten an der Diplomarbeit	

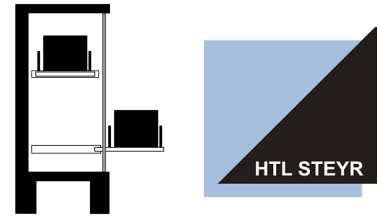


Anhang 1.6 Besprechung vom 11.02.2020

Blatt-Nr.	6		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Lagebesprechung		
Besprechungsdatum	11.02.2020	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsort	HTL Steyr		
Uhrzeit	11:35 - 11:45		
Teilnehmer	Burkhard Reichl Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	Besprechung der derzeitigen Lage und weiterer Vorgehensweise

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Weiterarbeiten an der Diplomarbeit	

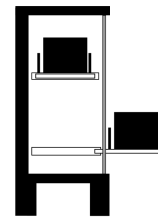


Anhang 1.7 Besprechung vom 12.03.2020

Blatt-Nr.	7		BMW GROUP  
Zweck der Besprechung	Diplomarbeit schreiben		
Besprechungsdatum	12.03.2020	HTL Steyr	BMW Group Werk Steyr
Besprechungsort	HTL Steyr		
Uhrzeit	14:45 – 15:30		
Teilnehmer	Burkhard Reichl Michael Hehenberger Michael Reinegger		

Notizen	
Layout der Diplomarbeit richtig Tabellen-/Bildverzeichnis hinzufügen Römische Ziffern zur Nummerierung von Überschriften, die nicht zur Dokumentation gehören (Abstract, Tabellenverzeichnis, etc.)	

Aufgabe	Abgabe/Fertigstellung
Fertigstellen der Dokumentation	03.04.2020



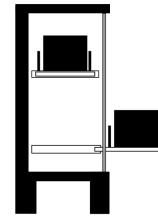
Anhang 2. Projekttagbuch Hehenberger

Projekttagbuch Diplomarbeit: HTL Steyr, Mechatronik



Jahrgang:	Schuljahr:	Arbeitstitel:	Diplomand/in:	Projektstart:
5BHME	2019/2020	Sauberkeitskasten	Hehenberger	Mo, 20. 05. 19

					Projektwoche	Blatt	Wochensumme
Kalenderwoche 21	von	20.05.19	bis	26.05.19	1	1	1,5 h
Kalenderwoche 22	von	27.05.19	bis	02.06.19	2	1	0,0 h
Kalenderwoche 23	von	03.06.19	bis	09.06.19	3	1	0,0 h
Kalenderwoche 24	von	10.06.19	bis	16.06.19	4	1	0,0 h
Kalenderwoche 25	von	17.06.19	bis	23.06.19	5	2	1,5 h
Kalenderwoche 26	von	24.06.19	bis	30.06.19	6	2	0,0 h
Kalenderwoche 27	von	01.07.19	bis	07.07.19	7	2	13,3 h
Kalenderwoche 28	von	08.07.19	bis	14.07.19	8	2	23,9 h
Kalenderwoche 29	von	15.07.19	bis	21.07.19	9	3	0,0 h
Kalenderwoche 30	von	22.07.19	bis	28.07.19	10	3	0,0 h
Kalenderwoche 31	von	29.07.19	bis	04.08.19	11	3	0,0 h
Kalenderwoche 32	von	05.08.19	bis	11.08.19	12	3	0,0 h
Kalenderwoche 33	von	12.08.19	bis	18.08.19	13	4	0,0 h
Kalenderwoche 34	von	19.08.19	bis	25.08.19	14	4	0,0 h
Kalenderwoche 35	von	26.08.19	bis	01.09.19	15	4	0,0 h
Kalenderwoche 36	von	02.09.19	bis	08.09.19	16	4	0,0 h
Kalenderwoche 37	von	09.09.19	bis	15.09.19	17	5	0,0 h
Kalenderwoche 38	von	16.09.19	bis	22.09.19	18	5	0,0 h
Kalenderwoche 39	von	23.09.19	bis	29.09.19	19	5	0,0 h
Kalenderwoche 40	von	30.09.19	bis	06.10.19	20	5	0,0 h
Kalenderwoche 41	von	07.10.19	bis	13.10.19	21	6	0,0 h
Kalenderwoche 42	von	14.10.19	bis	20.10.19	22	6	0,0 h
Kalenderwoche 43	von	21.10.19	bis	27.10.19	23	6	0,0 h
Kalenderwoche 44	von	28.10.19	bis	03.11.19	24	6	0,0 h
Kalenderwoche 45	von	04.11.19	bis	10.11.19	25	7	0,0 h
Kalenderwoche 46	von	11.11.19	bis	17.11.19	26	7	0,0 h
Kalenderwoche 47	von	18.11.19	bis	24.11.19	27	7	7,8 h
Kalenderwoche 48	von	25.11.19	bis	01.12.19	28	7	4,6 h
Kalenderwoche 49	von	02.12.19	bis	08.12.19	29	8	3,8 h



Anhang 2 Projekttagbuch Hehenberger

Kalenderwoche 50	von	09.12.19	bis	15.12.19	30	8	5,5 h
Kalenderwoche 51	von	16.12.19	bis	22.12.19	31	8	0,0 h
Kalenderwoche 52	von	23.12.19	bis	29.12.19	32	8	0,0 h
Kalenderwoche 1	von	30.12.19	bis	05.01.20	33	9	7,5 h
Kalenderwoche 2	von	06.01.20	bis	12.01.20	34	9	7,2 h
Kalenderwoche 3	von	13.01.20	bis	19.01.20	35	9	7,2 h
Kalenderwoche 4	von	20.01.20	bis	26.01.20	36	9	10,1 h
Kalenderwoche 5	von	27.01.20	bis	02.02.20	37	10	0,0 h
Kalenderwoche 6	von	03.02.20	bis	09.02.20	38	10	13,5 h
Kalenderwoche 7	von	10.02.20	bis	16.02.20	39	10	19,1 h
Kalenderwoche 8	von	17.02.20	bis	23.02.20	40	10	39,6 h
Kalenderwoche 9	von	24.02.20	bis	01.03.20	41	11	19,0 h
Kalenderwoche 10	von	02.03.20	bis	08.03.20	42	11	5,0 h
Kalenderwoche 11	von	09.03.20	bis	15.03.20	43	11	11,3 h
Kalenderwoche 12	von	16.03.20	bis	22.03.20	44	11	13,9 h
Kalenderwoche 13	von	23.03.20	bis	29.03.20	45	12	25,6 h
Kalenderwoche 14	von	30.03.20	bis	05.04.20	46	12	12,1 h

Gesamtstunden: 253,0 h

Anhang 3. Projekttagbuch Reinegger

Jahrgang:	Schuljahr:	Arbeitstitel:	Diplomand:	Projektstart:
5BHME	2019/20	Sauberkeitskasten	Michael Reinegger	Mo, 20. 05. 19

					Projektwoche	Blatt	Wochensumme
Kalenderwoche 21	von	20.05.19	bis	26.05.19	1	1	1,5 h
Kalenderwoche 22	von	27.05.19	bis	02.06.19	2	1	0,0 h
Kalenderwoche 23	von	03.06.19	bis	09.06.19	3	1	0,0 h
Kalenderwoche 24	von	10.06.19	bis	16.06.19	4	1	0,0 h
Kalenderwoche 25	von	17.06.19	bis	23.06.19	5	2	0,0 h
Kalenderwoche 26	von	24.06.19	bis	30.06.19	6	2	0,0 h
Kalenderwoche 27	von	01.07.19	bis	07.07.19	7	2	13,5 h
Kalenderwoche 28	von	08.07.19	bis	14.07.19	8	2	14,0 h
Kalenderwoche 29	von	15.07.19	bis	21.07.19	9	3	4,0 h
Kalenderwoche 30	von	22.07.19	bis	28.07.19	10	3	2,0 h
Kalenderwoche 31	von	29.07.19	bis	04.08.19	11	3	0,0 h
Kalenderwoche 32	von	05.08.19	bis	11.08.19	12	3	0,0 h
Kalenderwoche 33	von	12.08.19	bis	18.08.19	13	4	0,0 h
Kalenderwoche 34	von	19.08.19	bis	25.08.19	14	4	0,0 h
Kalenderwoche 35	von	26.08.19	bis	01.09.19	15	4	0,0 h
Kalenderwoche 36	von	02.09.19	bis	08.09.19	16	4	0,0 h
Kalenderwoche 37	von	09.09.19	bis	15.09.19	17	5	0,0 h
Kalenderwoche 38	von	16.09.19	bis	22.09.19	18	5	4,0 h
Kalenderwoche 39	von	23.09.19	bis	29.09.19	19	5	0,0 h
Kalenderwoche 40	von	30.09.19	bis	06.10.19	20	5	2,0 h
Kalenderwoche 41	von	07.10.19	bis	13.10.19	21	6	0,0 h
Kalenderwoche 42	von	14.10.19	bis	20.10.19	22	6	0,0 h
Kalenderwoche 43	von	21.10.19	bis	27.10.19	23	6	0,0 h
Kalenderwoche 44	von	28.10.19	bis	03.11.19	24	6	0,0 h
Kalenderwoche 45	von	04.11.19	bis	10.11.19	25	7	5,0 h
Kalenderwoche 46	von	11.11.19	bis	17.11.19	26	7	7,0 h
Kalenderwoche 47	von	18.11.19	bis	24.11.19	27	7	8,0 h
Kalenderwoche 48	von	25.11.19	bis	01.12.19	28	7	7,0 h
Kalenderwoche 49	von	02.12.19	bis	08.12.19	29	8	0,0 h
Kalenderwoche 50	von	09.12.19	bis	15.12.19	30	8	0,0 h
Kalenderwoche 51	von	16.12.19	bis	22.12.19	31	8	4,0 h
Kalenderwoche 52	von	23.12.19	bis	29.12.19	32	8	12,0 h
Kalenderwoche 1	von	30.12.19	bis	05.01.20	33	9	0,0 h
Kalenderwoche 2	von	06.01.20	bis	12.01.20	34	9	0,0 h
Kalenderwoche 3	von	13.01.20	bis	19.01.20	35	9	0,0 h
Kalenderwoche 4	von	20.01.20	bis	26.01.20	36	9	0,0 h

Kalenderwoche 5	von	27.01.20	bis	02.02.20	37	10	0,0 h
Kalenderwoche 6	von	03.02.20	bis	09.02.20	38	10	2,0 h
Kalenderwoche 7	von	10.02.20	bis	16.02.20	39	10	20,0 h
Kalenderwoche 8	von	17.02.20	bis	23.02.20	40	10	25,0 h
Kalenderwoche 9	von	24.02.20	bis	01.03.20	41	11	15,0 h
Kalenderwoche 10	von	02.03.20	bis	08.03.20	42	11	9,0 h
Kalenderwoche 11	von	09.03.20	bis	15.03.20	43	11	17,0 h
Kalenderwoche 12	von	16.03.20	bis	22.03.20	44	11	12,0 h
Kalenderwoche 13	von	23.03.20	bis	29.03.20	45	12	23,0 h
Kalenderwoche 14	von	30.03.20	bis	05.04.20	46	12	11,0 h

Gesamtstunden: 218,0 h