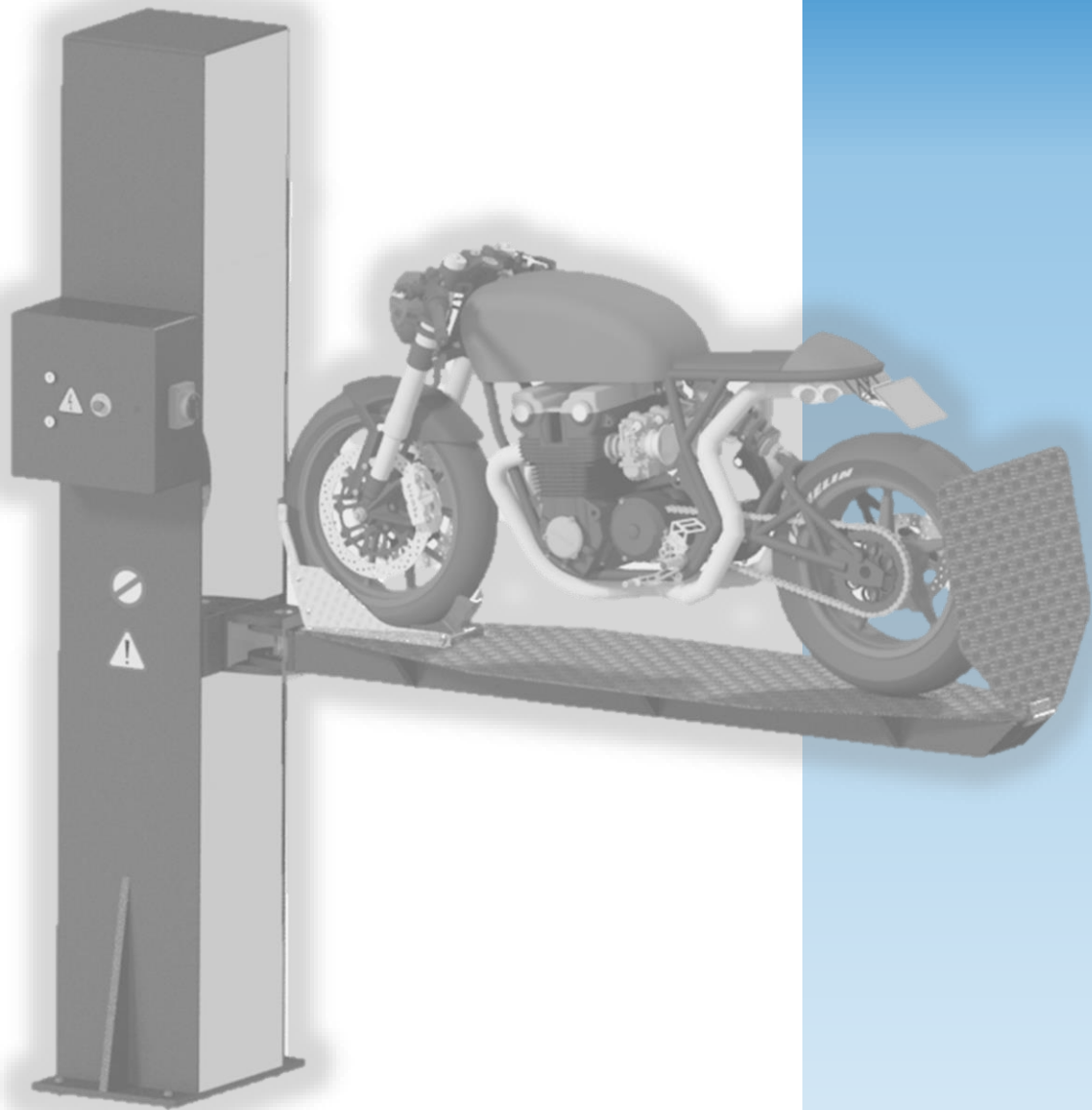


# Motorradparklift



## Autor:

**Name:** Philipp Lauber  
**Klasse:** L-TMA-18-Do-b  
**Semester:** 6. Semester  
**Studium:** Techniker HF Maschinenbau  
**Datum:** 11.10.2021

## Vorwort

Geschätzter Leser, geschätzte Leserin dieser Diplomarbeit.

Die vorliegende Diplomarbeit entstand im Rahmen meiner Ausbildung zum Techniker HF Maschinenbau an der TEKO Luzern.

Gegen Ende des Studiums hatte ich die Möglichkeit zu einem Stellenwechsel zum Unternehmen Thermoplan AG, der mir im Hinblick auf die Ausbildung bessere Perspektiven bot. Doch aufgrund dessen war es mir nicht möglich, die Diplomarbeit betriebsintern zu machen. Somit entschloss ich mich, eine eigene Idee zu verfolgen.

So fiel mein Entschluss für meine Diplomarbeit auf das Thema Motorradparklift, welches zudem so gut wie alle in der Ausbildung behandelten Fachgebiete abdeckt. Es umfasst unter anderem: Statik, Physik, Festigkeitslehre, Elektro- und Antriebstechnik und Maschinenelemente.

Weiter bietet es mir die Möglichkeit, Teile des Systems konstruktiv auszuarbeiten und zu zeichnen.

Somit verbindet dieses Thema alle meine technischen Interessen und ich kann es mit meinem Hobby verbinden. So kann ich das Projekt mit voller Überzeugung und Begeisterung angehen.

Ich hoffe, dass Sie viel Freude beim Lesen haben und ich bin überzeugt, Ihnen mit diesem Dokument einen hervorragenden Einblick in die Umsetzung des Projekts geben zu können.

Philipp Lauber

## Zu meiner Person

### Persönliche Angaben

**Name** Philipp Lauber  
**Geburtsdatum** 31. Januar 1997  
**Adresse** 🏠 Fluhmattstrasse 6a | 6033 Buchrain  
**E-Mail** ✉ philipp.lauber@edu.teko.ch



### Beruflicher Werdegang

09 2020 - Heute	<b>AVOR Stammdatenverwaltung</b> Thermoplan AG   Weggis
11 2020 - 06 2021	<b>Konstrukteur   Polymechniker</b> Streuli AG   Meierskappel
06 2019 – 11 2020	<b>Polymechniker</b> Durrer Spezialmaschinen AG   Immensee
09 2018 – 05 2019	<b>Polymechniker</b> Profiform AG   Hochdorf
08 2017 – 08 2018	<b>Polymechniker</b> wirth+co AG   Buchrain
08 2013 – 08 2017	<b>Lehre als Polymechniker EFZ</b> wirth+co AG   Buchrain

### Interessen | Hobbys

- Musikstücke komponieren
- Eishockey (EV Zug Fan)
- Motorrad fahren



## Projektbeteiligte

<b>Titel der Arbeit:</b>	Motorradparklift
<b>Schule:</b>	TEKO Luzern Pilatusstrasse 38 6003 Luzern Tel. 041 210 77 56
<b>Diplomlehrer:</b>	Herr Rudolf Gautschi Dozent an der TEKO
<b>Diplomexperte:</b>	Herr Markus Fürholz Dozent an der TEKO
<b>Diplomat:</b>	Herr Philipp Lauber Fluhmattstrasse 6a 6033 Buchrain
<b>Projektstart:</b>	Montag, 16. August 2021
<b>Projektabgabe:</b>	Montag, 11. Oktober 2021   16:00 Uhr
<b>Präsentation:</b>	Donnerstag, 28. Oktober 2021

### Aufgabenbeschreibung:

- Erstellen des Pflichtenheftes gemäss Lastenheft
- Erstellen eines Terminplanes, SOLL / IST
- Erarbeiten eines Lösungskonzeptes anhand verschiedener Methoden
- Erarbeiten einer praktikablen Konstruktion
- Berechnen des Systems
- Erstellen des Modells
- Kostenaufstellung
- Terminplan führen, SOLL / IST
- Erstellen der Dokumentation



# Management Summary

## Einleitung

« Zu früh geboren, um das Weltall zu erkunden und zu spät, um die Erde zu entdecken.» Und trotzdem leben wir in einer Zeit, die vom Wandel geprägt ist und erleben eine Entwicklung, die spannender nicht sein könnte. Der technologische Fortschritt ist auf dem Vormarsch. Diese Diplomarbeit beschäftigt sich nun aber nicht mit den politischen und philosophischen Abhandlungen.

Im Zusammenhang mit der Weiterbildung als Techniker HF Maschinenbau an der TEKO, wurde eine Diplomarbeit erarbeitet. Als die ersten Informationen von der TEKO zur Diplomarbeit vermittelt wurden, wurde ein pender Auftrag gesucht, um ein innovatives Thema erarbeiten zu können. Daher befasst sich die hier vorliegende Arbeit mit der Entwicklung und Konzeptausarbeitung eines verstellbaren Motorradparklifts.

Dieses Thema wurde gewählt, weil es ein spannendes Projekt ist und einen sinnvollen Nutzen hat. Zudem hat es den Vorteil, dass von der Planung bis hin zur Konstruktion und deren Berechnungen alles erarbeitet werden kann.

Im Laufe dieser Arbeit soll für einen derartigen Motorradparklift anhand der Markanalyse eine Lösung gewählt und auf deren Festigkeit hin geprüft werden. Die Festigkeitsüberprüfung erfolgt mit dem Werk «Technische Mechanik» von Alfred Böge. Einzelteile, die durch die Berechnungen dimensioniert worden sind, sollen in einem CAD gezeichnet und in einer Baugruppe aufgebaut werden. Der Schwerpunkt dieser Arbeit soll auf der Konstruktion und Festigkeitsüberprüfung liegen.

## Ziel der Arbeit

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist die Konstruktion eines verstellbaren Motorradparkliftsystem. Es wird gefordert, dass die Konstruktion den Belastungen des Motorrads standhält und von einer Person bedient werden kann. Die Dimensionen des Prototypens sollen für mehr Platz in der Garage sorgen. Daher ist ein möglichst schlankes Profil anzustreben. Es ist vorgesehen, möglichst mit Normteilen und Einkaufsteilen zu arbeiten. Eine mindeste oder maximale Hubhöhe des Motorradparklifts ist nicht vorgesehen. Nach der Wahl einer Lösung wird die Konstruktion auf ihre Festigkeit untersucht werden. Darauf wird ein 3D-Modell erstellt. Zuletzt wird überprüft, ob der entwickelte Prototyp den Ansprüchen gerecht wird. Mit den Nachberechnungen sollen die konstruierten Dimensionen nochmals auf ihre Festigkeit bzw. auf das Überschreiten oder Unterschreiten des Sicherheitsfaktors überprüft werden. Im Verlauf dieser Arbeit soll parallel zum Entwurf eine Dokumentation geführt werden.

## Methodik

- Nach Konstruktionsprozess (VDI-Richtlinie 2221,2222 und 2225)

## Inhalt der Arbeit

Zuerst wurden Informationen eingeholt und die Ausgangslage wurde nochmals kurz erläutert. Die betroffenen Module und deren Schnittstellen wurden untersucht. Im Weiteren wird die Zielsetzung erläutert, sowie die Marktsituation analysiert bzw. eine Recherche bestehender Motorradparkklifte durchgeführt. Die Anforderungsliste schreibt Bedingungen vor, die während des Projekts berücksichtigt werden müssen. Auch die Risikoanalyse gehört zu den Anforderungen, die aus dem Prototyp sichergestellt und analysiert werden müssen. Um eine termingerechte Abgabe zu garantieren, sowie einen Überblick über den gesamten Projektverlauf zu geben, ist eine überlegte Planung vorteilhaft. Um den Rahmen dieser Arbeit abstecken zu können, wurde ein Pflichtenheft als Spiegelbild vom Lastenheft formuliert. Das Pflichtenheft ist ein wichtiger Bestandteil einer erfolgreichen Projektarbeit, um Missverständnisse zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer zu minimieren.

Anschliessend ging es an die Erarbeitung von Konzeptvorschlägen. Um sich von bereits gebildeten Vorstellungen lösen zu können, wurde die Aufgabe des Motorradparkklifts abstrahiert. Daraus konnte distanzierter eine Blackbox erstellt werden, welche nun als Grundlage für die Funktionsstruktur dient. Die Funktionsstruktur wurde in einen morphologischen Kasten übersetzt.

Ab diesem Moment wurden konkrete Vorschläge zur Lösung der Teilprobleme ermittelt. Aus all diesen Teillösungen wurden vier Konzepte für den Motorradparkklift erarbeitet. Erst wurden diese vier Konzepte mittels einer Auswahlmatrix quantitativ verglichen. Anschliessend wurden die Konzepte zusätzlich qualitativ betrachtet und mit einer sogenannte Nutzwertanalyse für eine Lösungsvariante entschieden.

Zuerst wurde ungefähre Dimensionen des Motorradparkklifts gezeichnet. Für den Festigkeitsnachweis wurden darauf ausführliche Berechnungen zu den Komponenten der gewählten Lösungsvariante gemacht. Danach wurde dieses Konzept am CAD für die Unterbaugruppe rechnerisch ausgelegt und konstruiert. Nach Erledigen dieser Arbeiten wurde kontrolliert, ob noch Optimierungen möglich seien. Als nächstes werden Fertigungs- und Montagezeichnungen des Motorradparkklifts erstellt.

Damit der Motorradparkklift auch funktioniert, wurde ein elektrischer Schemaplan erstellt. Zudem wurde ein grobes Modell der Aufteilung und Zusammenstellung im Elektrokasten dargestellt.

Letztlich werden das Literaturverzeichnis und die Selbständigkeitserklärung, wie auch diverse Anhänge aufgeführt.

## Lösungsvorschlag

Der Lösungsvorschlag A erfolgt, wie bildlich dargestellt (Abbildung 1). Im Prinzip werden so alle Anforderungen wie im Kapitel 3: Spiegelungen des Lastenheftes, ausgeführt. Die Kosten werden auch im Hinblick auf die Berücksichtigung der elektrischen Zufuhr im Auge behalten. Alle Masse aus dem Pflichtenheft werden eingehalten oder nach Rücksprache angepasst.

Aus wirtschaftlichen Gründen folgen die Details erst nach Annahme des Pflichtenheftes. Wichtige Faktoren wie die Materialwahl, die detaillierte Funktionalität und die nachgewiesenen Festigkeiten werden folgen. Dank meiner jahrelangen Erfahrung und täglichen Problemlösungen im Maschinenbau wird die Realisierung problemlos verlaufen. So habe ich optimale technische Vorraussetzungen, um dieses Ziel zu erreichen. Als angehender Dipl. Techniker HF Maschinenbau steht das theoretische Wissen vollkommen bereit. Durch das mir zur Verfügung stehende CAD Programm ist die Konstruktion bestens machbar. Durch das 3D-CAD Modell wird natürlich dann auch jeder Montageschritt deutlich sichtbar sein und somit werden keine auftretenden Probleme, geschweige denn eine Nichtmachbarkeit, auftauchen.

Die hier vorliegende Lösung soll Probleme wie Platzmangel beseitigen. Weiter kann das Motorrad ein- und ausparkiert werden ohne das Auto zu versetzen. Ausgelegt wurde der Motorradparklift für Motorräder bis zu 300 kg und einer Länge von 2'000 mm. Zudem verfügt dieses Liftsystem über eine maximale Hubhöhe von 1'500 mm.

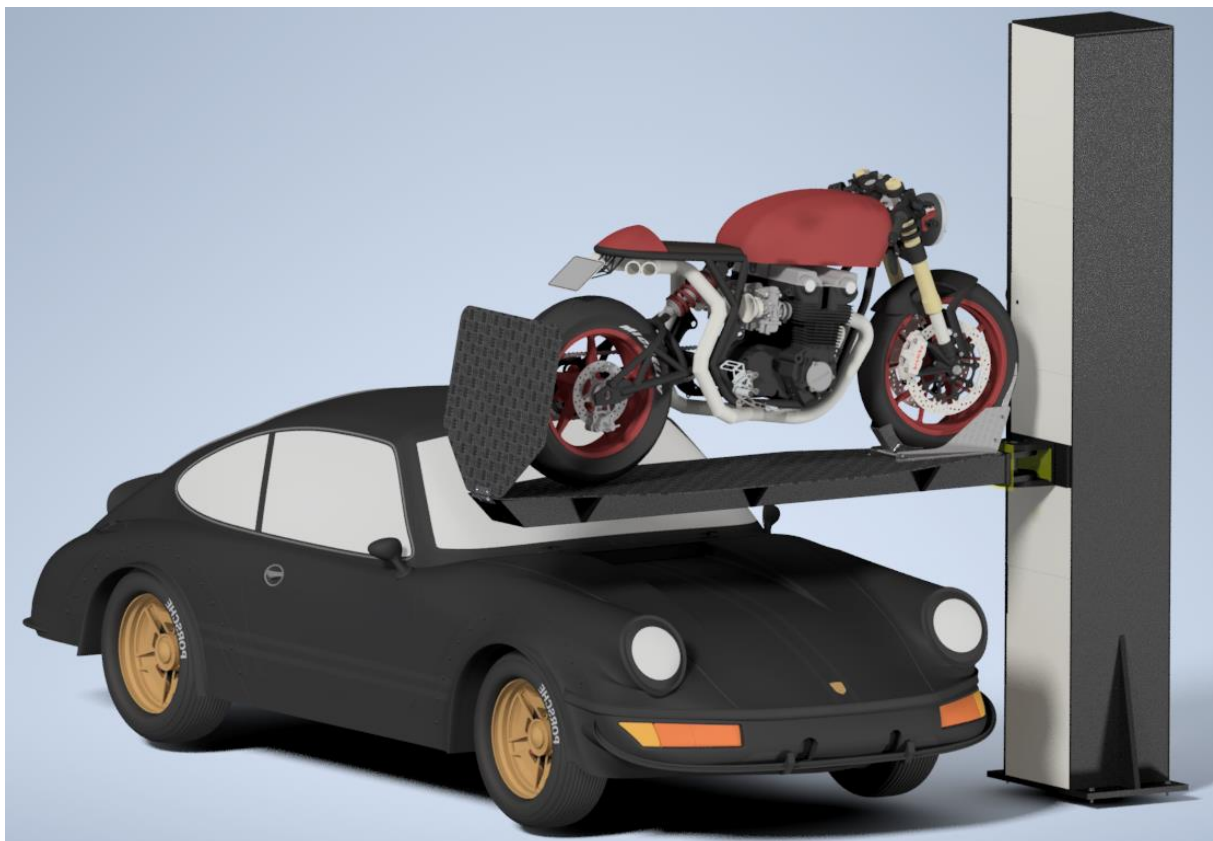


Abbildung 1: Lösungsvorschlag

# 1 Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
Zu meiner Person.....	3
Persönliche Angaben .....	3
Beruflicher Werdegang.....	3
Interessen   Hobbys .....	3
<b>Projektbeteiligte .....</b>	<b>4</b>
<b>Management Summary .....</b>	<b>5</b>
Einleitung .....	5
Ziel der Arbeit.....	5
Methodik.....	6
Inhalt der Arbeit.....	6
Lösungsvorschlag .....	7
<b>2 Vorbereitungsphase .....</b>	<b>14</b>
2.1 Infosammlung.....	14
2.1.1 IST-Situation.....	14
2.1.2 Marktanalyse .....	15
2.1.3 Auswertung Infosammlung .....	15
2.2 Hubsysteme .....	16
2.2.1 Riemen Systeme .....	16
2.2.2 Hydraulische Systeme .....	17
2.2.3 Schubketten Systeme.....	17
2.2.4 Spindel Systeme.....	18
2.2.5 Elektrozylinder Systeme .....	18
2.3 Risikoanalyse .....	18
2.3.1 Punktebewertung Schriftliche Dokumentation .....	19
2.3.2 Punktebewertung Entwicklung Motorradparklift.....	20
2.4 Zielesetzung.....	21
2.4.1 Allgemeine Ziele .....	21
2.4.2 Technische Ziele .....	21
2.4.3 Persönliche Ziele .....	21





<b>3</b>	<b>Pflichtenheft</b>	<b>22</b>
3.1	Ausgangslage	22
3.2	Abgrenzungen und Rahmenbedingungen	22
3.3	Zweck und Ziel des Dokuments	22
3.4	Schnittstellen	23
3.5	Voraussetzungen	23
3.6	Lösungsmöglichkeit	24
3.7	Kernprobleme	24
3.8	Risikomöglichkeiten	24
<b>4</b>	<b>Anforderungsliste</b>	<b>25</b>
4.1	Meilensteine	27
<b>5</b>	<b>Terminplan</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Konzipieren</b>	<b>30</b>
6.1	Mindmap	30
6.2	Abstrahieren	30
6.2.1	Abstraktion	30
6.3	Blackbox	31
6.3.1	Beschreibung der Gesamtfunktion	31
6.4	Funktionsstruktur	32
6.4.1	Auflistung der Teilfunktionen	32
6.5	Morphologischer Kasten	33
<b>7</b>	<b>Entscheiden</b>	<b>36</b>
7.1	Auswertung der Teilfunktionen	36
7.1.1	Erläuterung der Kriterien	36
7.1.2	Punktebewertung	37
7.2	Auswertung der Lösungsvarianten	41
7.2.1	Lösungsvariante A	42
7.2.2	Lösungsvariante B	43
7.3	Nutzwertanalyse	45
7.3.1	Technische Kriterien	45
7.3.2	Wirtschaftliche Kriterien	45
7.4	Schlussentscheid.	45

7.5	Ausarbeitung .....	46
<b>8</b>	<b>Realisieren.....</b>	<b>47</b>
8.1	Vordimensionieren.....	47
8.1.1	Übersichtsseite .....	48
8.1.2	Zug-Druckkraftsensor .....	50
8.1.3	Vorderradwippe .....	50
8.1.4	Elektrischer Zylinder .....	51
8.1.5	Steuerkasten .....	51
8.1.6	Führungsschiene .....	52
8.1.7	Führungsplatte.....	52
8.1.8	Endschalter.....	53
8.1.9	Rollenketten.....	53
8.2	Berechnungen .....	54
8.2.1	Elektromotor .....	54
8.2.2	Auflageträger .....	55
8.2.3	Rotationsachse.....	56
8.2.4	Kraftaufwand der Rotationsachse.....	58
8.2.5	Hauptträger.....	59
8.2.6	Schrauben .....	61
8.3	Konstruieren .....	68
8.3.1	Grundaufbau.....	68
8.3.2	Antriebs- und Übertragungselemente.....	70
8.3.3	Sensoren .....	72
8.3.4	Anwendung des Motorradparklifts .....	72
8.4	Elektroschema.....	75
8.4.1	Abkürzungsbeschreibung .....	75
8.4.2	Schemaplan   Darstellungszeichnung.....	75
<b>9</b>	<b>Kontrollieren .....</b>	<b>79</b>
9.1	Nachberechnungen FEM.....	79
9.2	Nachkonstruktion.....	82
<b>10</b>	<b>Endergebnis.....</b>	<b>84</b>
10.1	Gesamtaufbau.....	84



10.2	Komplette Zeichnung .....	85
10.3	Explosionszeichnung .....	86
10.4	Bauteilliste.....	87
10.5	Sicherheitskonzept.....	88
10.6	Budgetplan .....	89
10.7	Entwurf des Prototyps .....	90
10.8	Weiters Vorgehen .....	90
<b>11</b>	<b>Überprüfung der Forderungskriterien .....</b>	<b>91</b>
<b>12</b>	<b>Zeitjournal .....</b>	<b>93</b>
<b>13</b>	<b>Schlusswort .....</b>	<b>96</b>
13.1	Lessons learned.....	96
13.2	Verdankung.....	97
<b>14</b>	<b>Selbständigkeitserklärung .....</b>	<b>97</b>
<b>15</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>98</b>
15.1	Abkürzungsverzeichnis .....	98
15.2	Literaturverzeichnis   Quellenverzeichnis .....	99
15.3	Abbildungsverzeichnis.....	101
15.4	Tabellenverzeichnis .....	103
15.5	Einzelteilzeichnungen.....	105
15.5.1	Auflageplatte.....	105
15.5.2	Auflageträger .....	105
15.5.3	Bolzen.....	106
15.5.4	Büchse.....	106
15.5.5	Deckel.....	107
15.5.6	Drucktaste .....	107
15.5.7	Elektromotor .....	108
15.5.8	Endschalter.....	108
15.5.9	Flansch 1 .....	109
15.5.10	Flansch 2 .....	109
15.5.11	Führungsplatte.....	110
15.5.12	Führungsschiene .....	110
15.5.13	Grundplatte.....	111

15.5.14	Gummipuffer .....	111
15.5.15	Hauptschalter .....	112
15.5.16	Kettenanker .....	112
15.5.17	Kettenhalter .....	113
15.5.18	Platte 1 .....	113
15.5.19	Platte 2 .....	114
15.5.20	Rampe .....	114
15.5.21	Rillenkugellager .....	115
15.5.22	Rollenketten.....	115
15.5.23	Scharnier .....	116
15.5.24	Steuerkasten .....	116
15.5.25	Stopper.....	117
15.5.26	Stopptaste .....	117
15.5.27	Teleskopabdeckung.....	118
15.5.28	Hauptträger.....	118
15.5.29	U-Profil.....	119
15.5.30	Umlenkrolle.....	119
15.5.31	Vorderradwippe .....	120
15.5.32	Zug-Druckkraftsensor .....	120
15.5.33	Zylindergehäuse .....	121
15.5.34	Zylinderstange .....	121
15.6	Themeneingabe Diplomarbeit .....	122

Tabelle 1: *Inhaltsverzeichnis*



## 2 Vorbereitungsphase

### 2.1 Infosammlung

#### 2.1.1 IST-Situation

Die Schweiz hat zurzeit eine Fläche von 6'404 Hektaren Parkplatzareal. Das entspricht durchschnittlich 5.1 Millionen Parkplätzen von je 5 Meter Länge und 2.5 Meter Breite. Jedoch fliessen laut einer Auswertung des Bundesamts für Statistik (BFS) nur die Luftbilder ein. Das bedeutet, dass Tiefgaragen und Parkhäuser nicht berücksichtigt worden sind. Zudem erfasst das BFS Parkplätze neben dem Gebäude erst ab zehn Parkfelder. Daher schätzen Verkehrsexperten die Gesamtzahl an Parkplätzen viel höher ein. Man spricht von einer Zahl von 8 - 10 Millionen potenziellen Parkplätzen in der Schweiz. Motorfahrzeuge hingegen gibt es aber nur ca. 6.2 Millionen (davon ca. 4.6 Millionen Personenwagen). Das entspricht zwei Parkplätzen pro Fahrzeug. Somit ist in der ganzen Schweiz durchschnittlich 29% aller Parkplätze unvermietet. Das ist sehr viel, wenn man bedenkt, dass pro Quadratmeter das Bauland zwischen CHF 600.- und 800.- kostet. Günstige Baulandpreise bewegen sich hingegen bei CHF 200.- bis 400.- und besonders begehrte Lagen kosten bis zu CHF 4'000.- pro Quadratmeter oder mehr. Daher ist es in naher Zukunft absehbar, dass sich die Anzahl der Parkplätze vermindert. Denn die Schweiz ist ein kleines Land und hat eine begrenzte Anzahl von verfügbarer Fläche. Die Parkplatzerstellungspflicht für Bauherren schreibt vor, dass für Neubauwohnungen 1.3 Parkplätze gefordert sind. Weiter wollen den Städten die Verkehrssicherheit und Lebensqualität beibehalten.

Der Preis für einen privaten Parkplatz in der Schweiz ist sehr hoch. Bei einer innerstädtischen Gunstlage sind die Parkplatzvermietung ca. 300 Franken im Monat und teilweise sogar mehr. Ähnlich wie bei den Mieten für Wohnungen lassen die Preise ausserhalb der Metropolregionen nach. In Basel oder Lausanne kosten Einstellplätze oder eine Garage um die 120 Franken. In Luzern erhält man einen Tiefgaragenplatz für höchstens 420 Franken pro Monat. In Winterthur sind es 200 Franken. In der unteren Tabelle wird von acht Städten die durchschnittlichen Kosten pro Monat für eine Garage aufgezeigt.

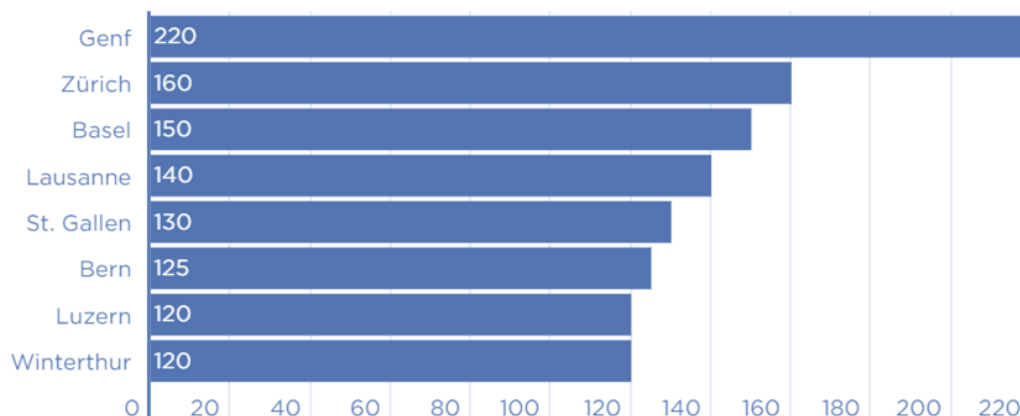


Tabelle 2: Garage kosten pro Monat

## 2.1.2 Marktanalyse

Da die Bevölkerung und so auch die Motorisierung nicht nur in der Schweiz rasant steigen, werden bereits heute weltweit Alternativen zu Parkhäusern gesucht. Je nach Standort ist eine Fläche ein teures Gut, das z.B. als potenzielle Wohnfläche benutzt werden könnte. Gerade in der asiatischen Region werden solche vollautomatische Parksysteme bereits eingesetzt. Da gibt es zum einen der Parkzylinder oder Parkwendel sowie der Umsetzparkler. Zu den häufigsten Systemen gehört der Umlaufparkler.

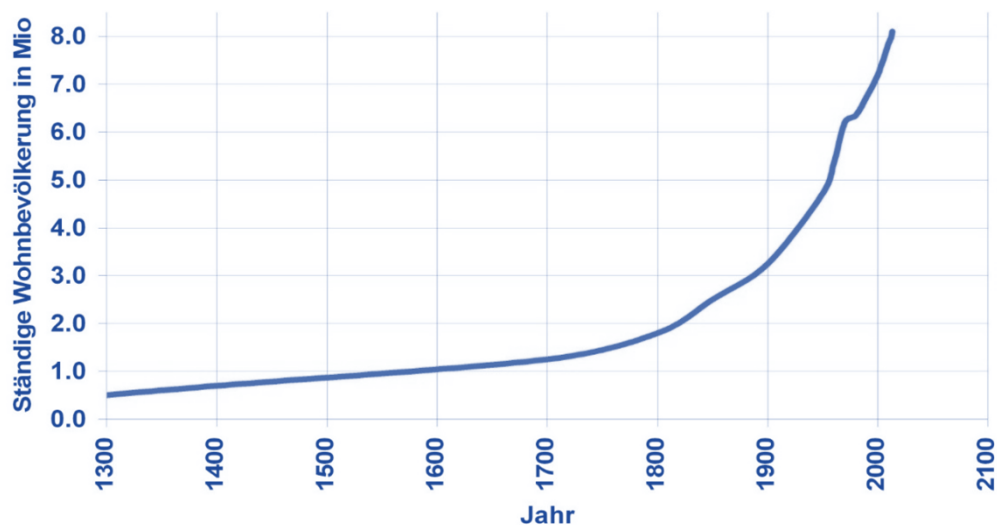


Tabelle 3: Kurvendiagramm Wohnbevölkerung

Daher wird dies auch in naher Zukunft in der Schweiz zum Thema werden. So wird man solchen Parkbühnen vermehrt antreffen, da die Nachfrage nach Parkbühnen nicht nur für die grossen Massen, sondern auch im privaten Bereich steigen werden.

Zwei der grössten Unternehmen, die sich auch mit Parkbühnen für Motorrads befassen, sind Moto Lift und Eurolifter. Jedoch sind die Kernkompetenz der beiden Unternehmen insbesondere auf Parkbühnen für Autos und auf verschiedene Hubbühnentische ausgelegt. Zudem sind die Parkbühnen für Autos um einiges weiterentwickelt als für Motorräder.

## 2.1.3 Auswertung Infosammlung

Aus der Ausgangslage wird ersichtlich, dass in der Schweiz zurzeit genügend Parkplätze vorhanden sind. Jedoch sind sie durch hohe Baulandpreise und Knappheit an potenziellen Wohnflächen ein Dorn im Auge. Auch eine Parkplatzmiete für eine bzw. zweite Garage kann sich nicht jeder leisten. Es wird in Zukunft eine Nachfrage für diversen Parkbühnen geben. Daher ist das Ziel dieser Diplomarbeit, eine Parkbühne für die begeisterten Motorradfahrer zu entwickeln. Aus den verschiedenen Modellen, die es bereits auf dem Markt gibt, möchte ich daher eine noch nachhaltigere und bessere Lösungsvariante finden, die zudem das Montieren sowie Bedienen vereinfacht.

Mehr Platz schaffen, wo es knapp ist. Denn mit dem Motorradparkliftsystem ist das möglich. Die Parkbühne für Motorräder bewegt das Motorrad nach oben und kann somit zwei Stellplätze auf der Grundfläche einer einzigen Garage schaffen. Damit lassen sich zwei Motorräder oder ein Auto unabhängig voneinander aus- und einparken. Dies ist also eine ideale Lösung für eine Familie mit mehr als einem Fahrzeug und wenn keine zweite Garage oder Abstellfläche vorhanden ist.

## 2.2 Hubsysteme

Ein wichtiger Bestandteil dieser Konstruktion ist die Hubbewegung. Deshalb soll besonders ein Augenmerk auf die verschiedenen Hubsysteme gesetzt werden, um eine optimale Lösung zu finden.

Auf dem Markt haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten vier Hubkonzepte durchgesetzt, mit denen Hubbewegung auf die Auflagefläche des Motorrads übertragen wird. Dagegen ist der Elektrozyylinder erst in den letzten Jahren richtig aufgekommen. Jedes Konzept verfügt über individuelle Vor- und Nachteile, welche näher betrachtet werden sollen. Daher wird im folgenden Kapitel vier Lösungsvorschläge präsentiert und tabellarisch aufgeführt.

### 2.2.1 Riemen Systeme

Im Gegensatz zu den hydraulischen Systemen wird bei diesem System die Auf- und Abwärtsbewegung mit Hilfe von Riemen erzeugt. Diese sind mit einem Getriebe angeflanschten Welle auf der einer Seite und auf der anderen Seite mit einem Hubschlitten verbunden. Durch das Auf- und Abrollen der Riemen auf der Welle wird sich der Hubschlitten verfahren.

Vorteile	Nachteile
Kein Hydrauliköl notwendig	Ungleichmässige Belastung der Zugriemen
Platzierung des Antriebs ausserhalb des Hubtisches	Begrenzte Einsatzfähigkeit bei höheren Temperaturen
Stoss- und schwingungsdämpfende Kraftübertragung	Empfindlich gegenüber äusseren Einflüssen
	Lebenslanges Nachspannen der Riemen
	Energiebedarf beim Heben und Senken

Tabelle 4: Vergleich Riemen Systeme





## 2.2.2 Hydraulische Systeme

Ein hydraulisches System verwendet als Antrieb eine Hydraulikpumpe und einen hydraulischen Zylinder. Je nach Anwendungsbereich wird die Hydraulikpumpe durch einen Elektromotor oder manuell betrieben. Die Hub- und Senkbewegung wird durch die Aus- und Einfahrbewegung des Zylinders erzeugt.

Vorteile	Nachteile
Preiswert	Im Lebensmittelbereich Spezialöl notwendig
Geringerer Verschleiss	Geringere Positioniergenauigkeit
Freie Platzierung des Antriebsaggregats	Erwärmung des Hydrauliköls
Einfacher und zuverlässiger Überlastschutz	Gefahr von Leckagen (Sickerverluste)
Ein Aggregat für verschiedene Bewegungsformen	Geräuschemission
Energiebedarf nur beim Heben	Ein- und Ausfedern des Hydrauliköls
Nachträgliche Reduzierung der Hubzeiten	Filterung des Hydrauliköls

Tabelle 5: Vergleich Hydraulische Systeme

## 2.2.3 Schubketten Systeme

Bei diesem Systemtyp wirkt die Schubkette direkt auf die anzuhebende Plattform. Die Plattform wird durch das Ausfahren der Ketten angehoben, während ein Einfahren der Schubkette zu einer Abwärtsbewegung führt.

Vorteile	Nachteile
Entlastung der Schere	Punktuelle Lasteinleitung
Kein Hydrauliköl notwendig	Hohe Bauhöhe
Hohe Positionier- / Haltegenauigkeit	Aushebelung der Schere

Tabelle 6: Vergleich Schubketten Systeme

### 2.2.4 Spindel Systeme

Bei dem mit Spindeln angetriebenen System befindet sich die Tragmutter auf einer der beiden Scherenhälften, während das Gegenstück auf der anderen Seite montiert ist. Dieses System ist vergleichbar mit einer Schrauben-Mutter Kombination. Je nach Drehrichtung der Kurbel wird über die Gewindestange auf die Mutter eine Auf- oder Abwärtsbewegung erzeugt.

Vorteile	Nachteile
Kein Hydrauliköl notwendig	Hoher Energiebedarf beim Heben und Senken
Hohe Positionier- / Haltegenauigkeit	Hoher Verschleiss

Tabelle 7: Vergleich Spindel Systeme

### 2.2.5 Elektrozyylinder Systeme

Elektrozyylinder sind mechanisch selbsthemmende, elektromotorisch betriebene Linearantriebe. Sie benötigen daher im Stillstand keine Energie. Als Antrieb dient ein meist mit einem Getriebe gekoppelter Elektromotor. Je nach Anwendung wird der Elektrozyylinder mit einem Gleich- oder Wechselstrommotor, einem Schritt- oder Servomotor ausgestattet. Der Abtrieb ist über eine Kupplung mit einer Gewindestange verbunden. Mit dieser wird eine mit dem Schubrohr verbundene Spindelmutter zur Erzeugung der Linearbewegung angetrieben.

Vorteile	Nachteile
Kein Hydrauliköl notwendig	Hohe Kosten bei einem Getriebschaden
Hohe Positionier- / Haltegenauigkeit	Benötigt eine Energiequelle
Geringer Installationsaufwand	Höherer Verschleiss
Hoher Wirkungsgrad	Mittleren Leistungsbereich geeignet

Tabelle 8: Vergleich Elektrozyylinder Systeme

## 2.3 Risikoanalyse

Mit der Risikobewertung werden verschiedene Risiken in der Wertungstabelle eingetragen. Zu den Risiken werden Massnahmen beschrieben, mit welchen die Risiken vermindert werden können. Das Ziel der Risikobewertung ist, Risikopunkte frühzeitig zu erkennen und sie dadurch zu vermindern oder zu vermeiden.

### 2.3.1 Punktebewertung Schriftliche Dokumentation

Risiko	Schlimmstmögliche Auswirkung	Risikoverminderung
1) Ausfall Microsoft Office Word	Die Dokumentation müsste an einer anderen Office Station geschrieben werden	Vorzeitig einen zweiten Laptop mit Microsoft Office organisieren
2) Ausfall Microsoft Office Excel	Die Tabellen müssten an einer anderen Office Station erstellt werden	Vorzeitig einen zweiten Laptop mit Microsoft Office organisieren
3) Dokumente gehen verloren	Die Arbeit / Dokumente müssten neu erstellt werden	Täglich ein Backup auf eine externe Festplatte ablegen
4) Diplomarbeit trifft bei der TEKO und Diplomexperten nicht ein	Die Diplomarbeit muss wiederholt werden	Vorzeitig die Diplomarbeit absenden und ein Feedback einfordern
5) Die vorgegebene Zeit ist zu knapp	Die Diplomarbeit kann nicht rechtzeitig fertig gestellt werden	Terminplan erstellen und im Zeit Management bleiben
6) Pflichten wird nicht akzeptiert	Diplomarbeit kann zum Abbruch kommen	Vorzeitige Abklärungen mit dem Arbeitsgeber vollziehen

Tabelle 9: Risikoanalyse Schriftliche Dokumentation

Folgen für das Projekt	Katastrophal			5		
	Wesentlich		6	3 / 4		
	Moderat					
	Gering		1 / 2			
	Unwesentlich					
		Gering	Unwahrscheinlich	Möglich	Wahrscheinlich	Ziemlich sicher
<b>Eintritt-Wahrscheinlichkeit</b>						

### 2.3.2 Punktebewertung Entwicklung Motorradparklift

Risiko	Schlimmstmögliche Auswirkung	Risikoverminderung
1) Motorradparklift ist nicht modellierbar	Die Bauteile können nicht mit 3D-Daten hergestellt werden	Vorzeitig Abklärungen mit dem Arbeitgeber machen
2) Wird krank oder es passiert ein Unfall	Diplomarbeit muss verschoben werden, Arbeit muss neu geplant werden	Kann schwer Massnahmen getroffen werden
3) Die Kosten übersteigen das vorgegebene Budget	Der Motorradparklift muss neu konstruiert werden	Budgetplan erstellen und regelmässig abgleichen
4) Nicht montierbar durch Fehlkonstruktion	Die Montage kann in der Zukunft nicht erfolgen	Vorzeitig Abklärungen mit dem Arbeitgeber machen
5) Der Motorradparklift ist den statischen Kräften nicht gewachsen	Der Motorradparklift muss neu konstruiert werden	Vorzeitig Abklärungen mit dem Arbeitgeber machen
6) Ausfall Autodesk Inventor Pro oder MathCad	Eine Ersatz Work-Station müsste erhalten sein	Vorzeitig einen zweiten Laptop mit den entsprechenden Programmen organisieren

Tabelle 10: Risikoanalyse Entwicklung Motorradparklift

Folgen für das Projekt	Katastrophal					
	Wesentlich		1 / 5			
	Moderat		2 / 3 / 4			
	Gering		6			
	Unwesentlich					
		Gering	Unwahrscheinlich	Möglich	Wahrscheinlich	Ziemlich sicher
<b>Eintritt-Wahrscheinlichkeit</b>						



## 2.4 Zielesetzung

### 2.4.1 Allgemeine Ziele

- Erstellen des Pflichtenhefts als Spiegelbild vom Lastenheft.
- Berechnen der einzelnen Komponenten des Motorradparklifts.
- Zeichnen von Einzelteilen und Baugruppen.
- Termingerechte Abgabe der Arbeit inkl. Dokumentation.

### 2.4.2 Technische Ziele

- Der Motorradparklift so eine Hubbewegung über ein Zylinder ausführen.
- Solch ein Motorradparklift wird saisonal wöchentlich mehrmals gebraucht, es muss also möglichst langlebig und wenn möglich wartungsfrei sein.
- Einfaches Handling des Motorradparklifts trotz schwererem Motorrad.
- Die Sicherheitsvorschriften müssen beachtet werden.
- Der Motorradparklift soll so konstruiert werden, dass die einzelnen Komponenten möglichst aus herkömmliche Einkaufsteilen bestehen (z.B. Stahlprofilen oder Schrauben).
- Die Traglast des Motorradparklifts soll maximal 300 kg betragen.
- Der Motorradparklift soll so konstruiert werden, dass es für eine Motorrad geeignet ist.
- Materialien soll möglichst nachhaltig und umweltgerecht ausgewählt werden

### 2.4.3 Persönliche Ziele

- Eine qualitativ hochwertige Diplomarbeit erstellen.
- Gelerntes umsetzen und anwenden können.
- Erfahrungen für künftige Arbeiten sammeln.

## 3 Pflichtenheft

### 3.1 Ausgangslage

Die Schweiz ist klein und der Wohnraum begrenzt. Jedoch ist eine steigende Bevölkerungswachstum vorsehbar. Somit sind kreative Köpfe gefordert, neue Innovationen zu entwickeln, um möglichst viel in einer begrenzten Fläche unterzubringen.

Durch die Weiterbildung zum Techniker HF Maschinenbau ergibt sich mir die Möglichkeit, eine Diplomarbeit zu erarbeiten, die es erlaubt, dieses Problem anzugehen und sich mit der Thematik eines Motorradparklifts auseinanderzusetzen. Die Grundidee, ein Motorradparklift zu entwickeln, ermöglicht kleinen Garagen ein zweites Motorrad oder ein Auto darunter zustellen. Darüber hinaus soll der Motorradparklift die Flexibilität haben, Servicearbeiten am Motorrad durchzuführen.

Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion gegenüber den käuflichen Varianten ist, dass man auch bei engen Garagen das Motorrad auf die Rampe bringt. Die Auflagefläche vom Motorrad soll um 90° schwenkbar sein. Die grössten Entwicklungen sind bisher bei den Parklifts für Auto gemacht worden. Daher soll auch der Parklift für das Motorrad mit moderner Technik ausgestattet werden

### 3.2 Abgrenzungen und Rahmenbedingungen

Diese Semesterarbeit ist in reiner Heimarbeit zu erledigen. Es wird keinerlei Zeit während dem Unterricht zur Verfügung gestellt. Dies wird sich im Rahmen von ca. 150 bis 250 Stunden befinden. Weiter umfasst die Diplomarbeit eine schriftliche Dokumentation, die den Ablauf der Arbeit dokumentiert. Im Rahmen dieser Arbeit wird anhand verschiedener Methoden, das Berechnen von Hauptbauteilen, das Konstruieren in Form eines CAD 3D-Modells, wie auch die Kostenzusammenstellung des Produkts konzipiert. Zudem soll ein elektrischer Schemaplan erstellt werden, indem erklärt wird, wie die elektrische Schaltung des Motorradparklifts funktioniert und in einer Darstellungszeichnung wird der Aufbau verdeutlicht.

### 3.3 Zweck und Ziel des Dokuments

Der Zweck und das Ziel dieses Dokuments ist es, klare Bedingungen und Abgrenzungen sowie Schnittstellen und Voraussetzungen mit den dazugehörigen Anforderungen zu definieren. Dies dient dazu, einen reibungslosen und klaren Ablauf des Projektes zu gewährleisten, ohne andauernd Rückfragen stellen zu müssen, was die Arbeit in Verzug bringen würde.

### 3.4 Schnittstellen

Die Schnittstelle bei dieser Konstruktion liegt unter anderem zwischen dem Hubzylinder und dem Elektromotor. Der Hubzylinder sorgt für eine reibungslose Auf- und Abwärtsbewegung sowie für die Tragfähigkeit des Motorrads. Zudem muss der Elektromotor das Motorrad während der Hubbewegung durch ein Klemmsystem am Vorderpneu sichern. Das Ganze soll mit einem elektrischen Steuerungssystem geregelt werden. Dies ergibt eine weitere Schnittstelle.

### 3.5 Voraussetzungen

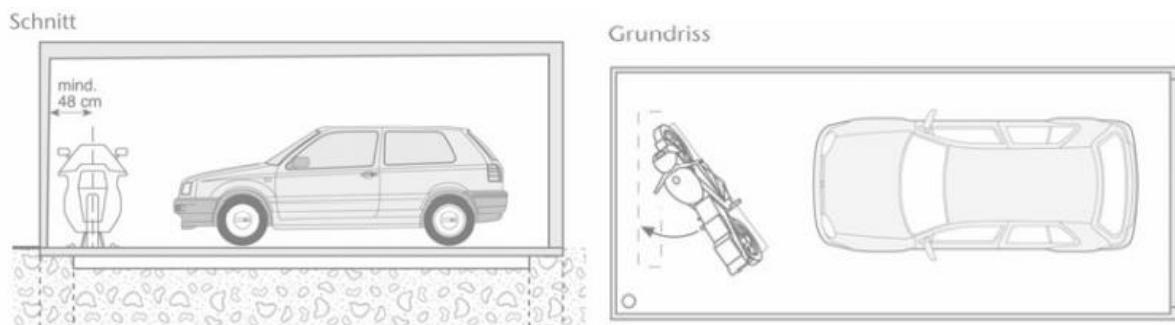


Abbildung 2: Einzelgarage

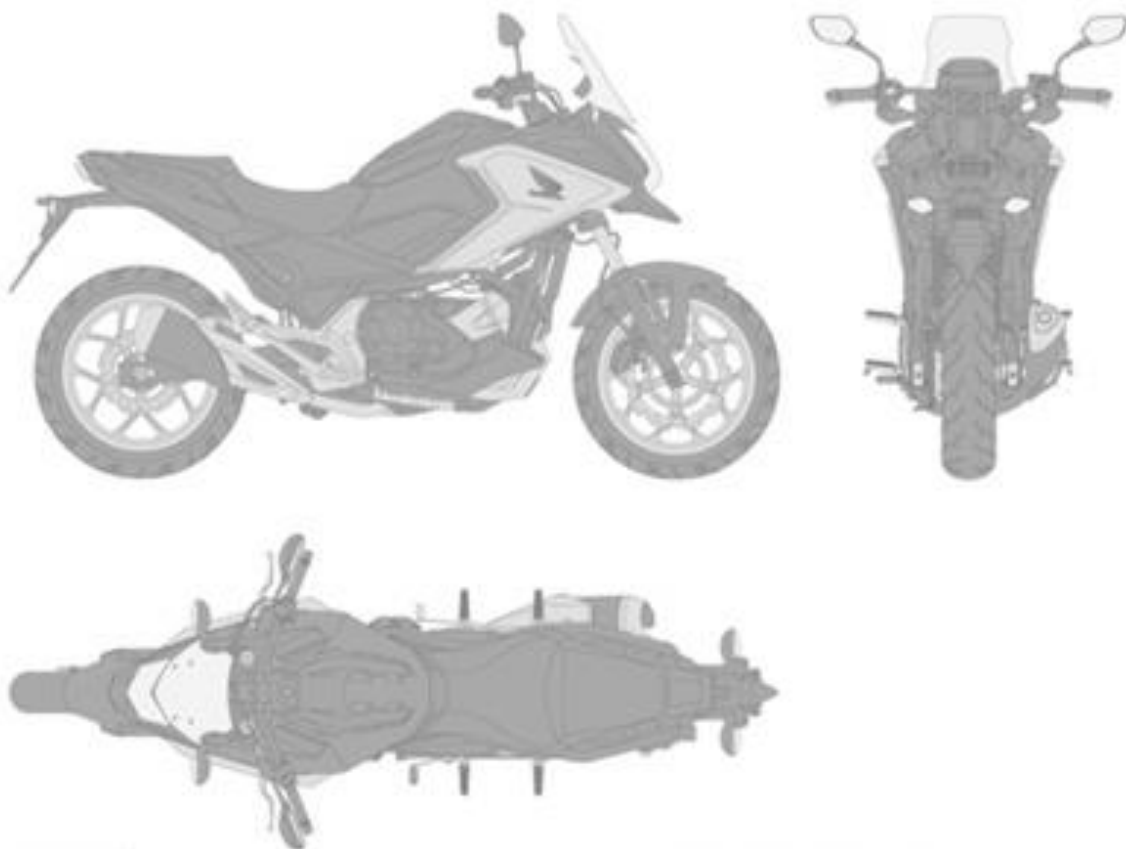


Abbildung 3: Motorrad Honda NC 750 X

Die Idee, solch einen Motorradparklift zu entwickeln, basiert auf einer kleinen Einzelgarage. Daher wird eine gängige Kleingarage mit der Länge 5'790 mm, einer Breite 2'820 mm und einer Höhe von 3'040 mm verwendet.

Für die Grundbasis wird eine Honda NC 750 X ausgewählt. Das klassische Motorrad hat eine maximale Dimension von einer gesamt Länge 2'010 mm, einer Breite 850 mm und einer Höhe 1'010 mm. Der Radabstand ist 1'535 mm und das Trockengewicht liegt bei 224 kg des Motorrads.

### 3.6 Lösungsmöglichkeit

Der Motorradparklift soll nach dem Prinzip eines Hubtisches aufgebaut werden. Bereits auf dem Markt gibt es diverse Parkliftsysteme, die mit verschiedenen Konzepten auf ihren Anwendungsfall angepasst sind. Die meisten der Parkliftsysteme für Motorräder verfügen über einen hydraulischen Hubzylinder, der für eine Auf- und Abwärtsbewegung sorgt.

### 3.7 Kernprobleme

Es soll ein Motorradparklift berechnet und konstruiert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Hauptkomponenten des Produkts trotz seines hohen Gewichts nicht überdimensioniert werden, damit nicht zusätzliche Materialkosten anfallen. Weiter müssen die allgemeinen Sicherheitsvorschriften eingehalten und auf die Schnittstellen geachtet werden. Die Elektronik ist so zu schalten, dass die Bedienung einfach ist und die Sicherheitsvorschriften angemessen umgesetzt sind.

### 3.8 Risikomöglichkeiten

Die Risikoanalyse ist ein wichtiger Bestandteil jeder erfolgreichen Projektarbeit. Durch den systematischen Aufbau können Risiken im Vorfeld erkannt und somit beim Eintreffen besser bewältigt werden. Daher werden in einer Tabelle die Risiken und gegebenenfalls die erforderlichen Massnahmen genauer erläutert.

Beschreibung der Situation	Massnahmen
Gefährdung durch mechanische bewegende Bauelemente wie z.B. hydraulischer Hubzylinder	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Geschwindigkeitsbegrenzung des hydraulischen Hubzylinders</li> <li>○ Anbringen von Warnsymbole an abstehenden Bauelementen</li> <li>○ Ausführung der Hubbewegung nur bei sicherer Position</li> <li>○ Schutzblech montieren (Schützt den Bediener vor dem Einklemmen)</li> </ul>



Absichern von Rücklauf Bewegung bei Stromausfall oder Druck Verlust	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Unabhängige mechanisch Absicherung</li> <li>○ Druck- sowie Stromüberwachung</li> <li>○ Gesteuerte Pumpenrücklaufsicherung</li> </ul>
Das Absichern der Befestigung des Motorrads gegen das Wiederlösen	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Druck- sowie Stromüberwachung</li> <li>○ Gesteuerte Pumpenrücklaufsicherung</li> <li>○ Mechanisches Lösungskonzept (z.B. durch eine Kurbel mit einem Trapezgewinde oder einrasten der Befestigung)</li> </ul>
Das Absichern gegen Überlast	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gewichtssensor einbauen, der bei Überlast reagiert</li> </ul>
Nicht ausreichende Information und Befähigung sowie nicht ausreichend gewartet und geprüfte Arbeitsmittel können zu Personenschäden führen	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Betriebsanweisung erstellen für die Verwendung des Motorradparklifts</li> <li>○ Einschulen sowie regelmässige auf Gefährdung hinweisen</li> <li>○ Fremdfahrerunterweisungen sind sicherzustellen</li> <li>○ Regelmässige Wartung und Prüfung von Fachpersonen durchführen</li> </ul>

Tabelle 11: Risikoanalyse Motorradparklift

## 4 Anforderungsliste

Änderung Datum	Anforderungen	F	M	W	Verantwortlich
<b>Geometrie</b>					
	Dimensionen des Motorrads: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Länge 2'210 mm</li> <li>○ Breite 850 mm</li> <li>○ Höhe 1'010 mm</li> <li>○ Radabstand 1'535 mm</li> </ul>		X		Entwicklung/Technik
	Dimensionen der Einzelgarage: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Länge 5'790 mm</li> <li>○ Breite 2'820 mm</li> <li>○ Höhe 3'040 mm</li> </ul>		X		Entwicklung/Technik
	Traglast von maximal 300 kg	X			Entwicklung/Technik
	Hubhöhe von 1'500 mm		X		Entwicklung/Technik

Technisch					
	Elektromotor von 230 V   50 Hz	X			Entwicklung/Technik
	Hubbewegung Elektronisch ansteuerbar	X			Entwicklung/Technik
	Hubzeit von 60 s bei 1.5 m		X		Entwicklung/Technik
	Auflagefläche für das Motorrad 90° schwenkbar			X	Entwicklung/Technik
Sicherheitsanforderungen					
	Allgemeine Vorschriften DIN EN 1570	X			Entwicklung/Technik
	Schutzblech   Abdeckblech	X			Entwicklung/Technik
	Not-Aus Taste	X			Entwicklung/Technik
	Absichern gegen Überlast	X			Entwicklung/Technik
	Absichern gegen Stromausfall oder Druck Verlust	X			Entwicklung/Technik
	Warnsymbole aufkleben	X			Entwicklung/Technik
Ergonomie					
	Modernes Design			X	Entwicklung/Technik
	Einfaches Handling			X	Entwicklung/Technik
Einzelne Komponenten					
	Wartungsarme Bauteile			X	Entwicklung/Technik
	Bauteilen aus Einkaufsteilen			X	Entwicklung/Technik
	Preis des Motorradparklifts 5'000.-		X		Entwicklung/Technik
Termine					
	Abgabe	11.10.2021	X		Entwicklung/Technik
	Präsentation	28.10.2021	X		Entwicklung/Technik

Tabelle 12: Anforderungsliste

<p><b>F = Festforderung:</b> Muss unbedingt erfüllt werden, andernfalls ist das Produkt für die gestellte Aufgabe untauglich.</p>	<p><b>M = Mindestforderung:</b> Dürfen nach der günstigen Seite hin unterschritten oder überschritten werden.</p>	<p><b>W = Wunsch:</b> Sollten nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Ev. mit Zugeständnis, dass ein begrenzter Mehraufwand zulässig ist.</p>
---	---	---

Alle in der Anforderungsliste erhaltenen Forderungen sind vom Auftraggeber und vom Auftragnehmer gelesen und verstanden worden. Allfällige Änderungen während des Projekts, welche eine Änderung der Forderungen zur Folge haben, werden schriftlich in der Anforderungsliste festgehalten.

## 4.1 Meilensteine

<b>Meilenstein 1:</b>	Projektstart	16.08.2021
<b>Meilenstein 2:</b>	Infosammlung	18.08.2021
<b>Meilenstein 3:</b>	Terminplan	20.08.2021
<b>Meilenstein 4:</b>	Pflichtenheft	22.08.2021
<b>Meilenstein 5:</b>	Funktionsstruktur	24.08.2021
<b>Meilenstein 6:</b>	Auswerten Lösungsvarianten	29.08.2021
<b>Meilenstein 7:</b>	Berechnungen	14.09.2021
<b>Meilenstein 8:</b>	Konstruieren	01.10.2021
<b>Meilenstein 9:</b>	Nachkonstruktion	08.10.2021
<b>Meilenstein 10:</b>	Dokumentation	10.10.2021
<b>Meilenstein 11:</b>	Projektende	11.10.2021

**Wichtig:** Das Projekt ist im Terminplan in weitere Terminabschnitte unterteilt. Die Anforderungsliste sowie die Risikomöglichkeiten ist Teil des Pflichtenheftes.

## 5 Terminplan

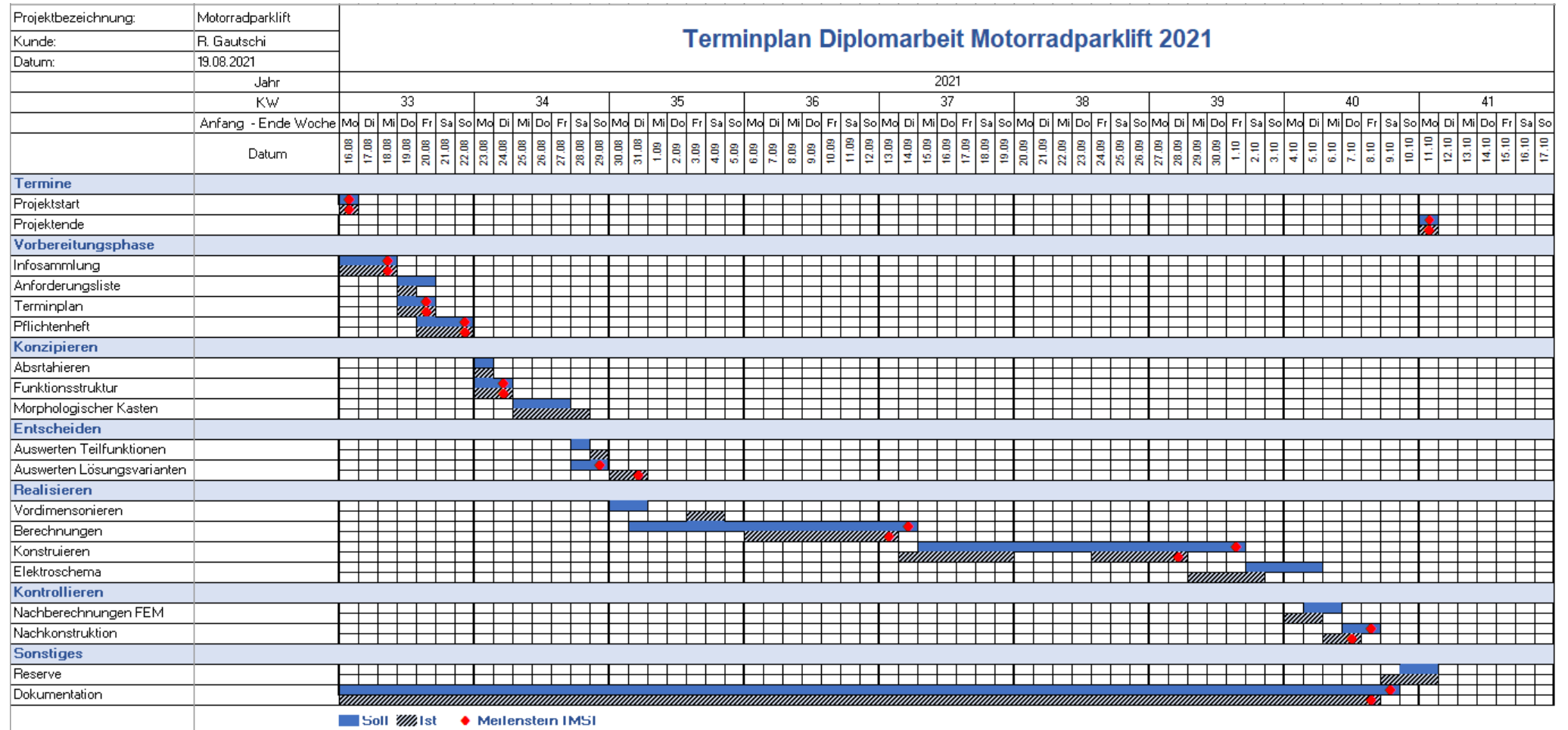


Tabelle 13: Terminplan



## 6 Konzipieren

### 6.1 Mindmap

Das Mindmap ist ein gutes Tool nach der Infosammlung, um so mögliche Lösungsansätze zu finden. Somit wird der Kreativität freien Lauf gelassen, die sich mit der Mechanik des Motorradparklifts auseinandersetzt. In den einzelnen Lösungsprinzipien widerspiegelt sich der Vorteil der daraus gewonnen Erkenntnisse.

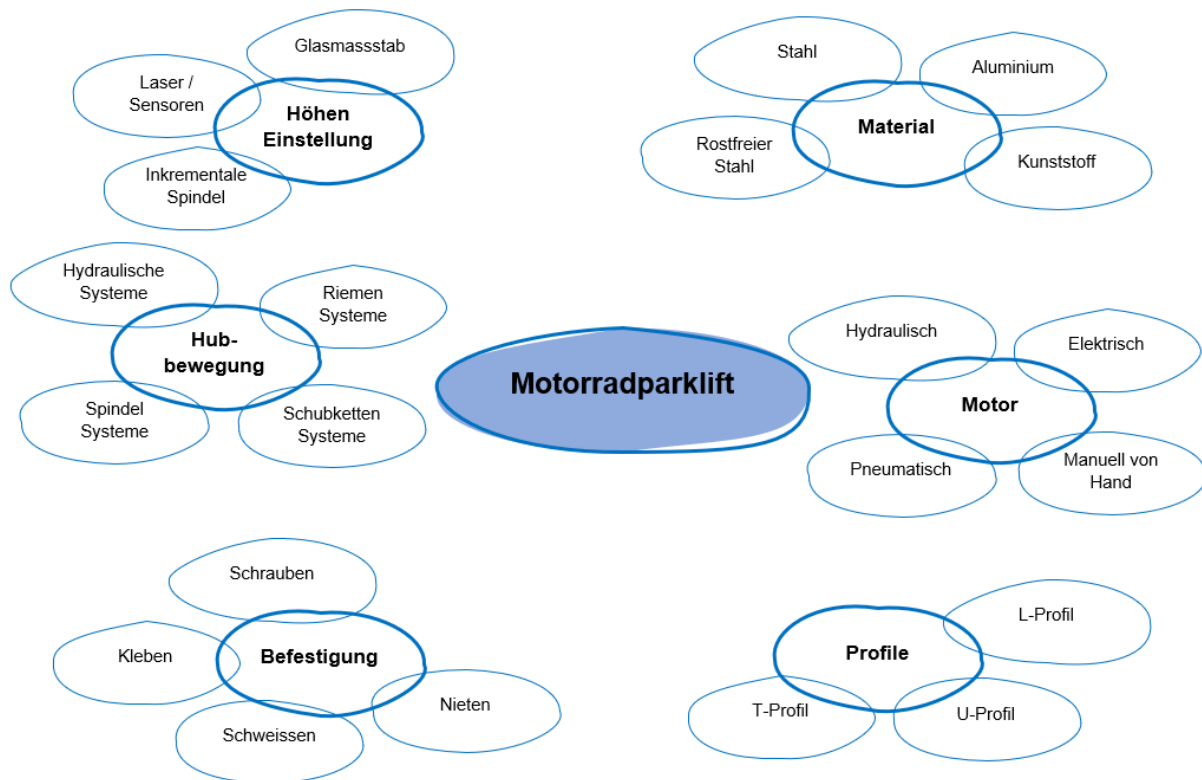


Abbildung 4: Mindmap

### 6.2 Abstrahieren

#### 6.2.1 Abstraktion

- Es ist ein System zu konstruieren, welches sinnvoll und unter realen Bedingungen belastet und betrieben werden kann.
- Es ist ein System zu konstruieren, welches ein Motorrad von 300 kg heben kann.
- Es ist ein System zu konstruieren, welches elektronisch angesteuert werden kann.
- Es ist ein System zu konstruieren, welches nachhaltig und möglichst wartungsfrei ist.

## 6.3 Blackbox

Anhand der Blackbox wird beschrieben, welche Informationen und welche Energie ans System gegeben werden und welche Informationen und welche Energie das System ausführt. Weiter werden die möglichen Wirkungen von aussen und nach aussen beschrieben.

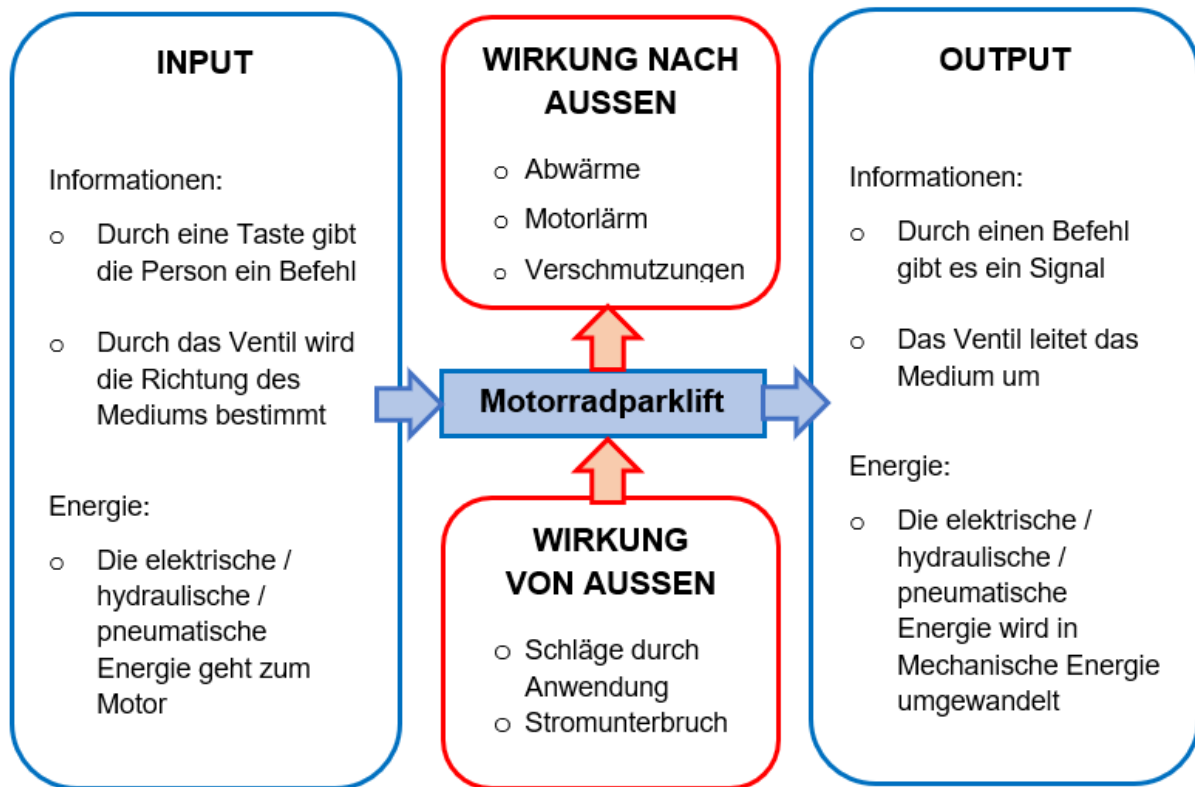


Abbildung 5: Blackbox

### 6.3.1 Beschreibung der Gesamtfunktion

Information:

- Ein Signal wird der Blackbox zugeführt und verlässt die Blackbox wieder.

Stoff:

- Das Medium wird der Blackbox zugeführt und verlässt sie wieder.

Energie:

- Elektrische Energie wird der Blackbox zugeführt und mechanische und Wärmeenergie wird abgeführt.

Wirkung von aussen:

- Schläge und Stromunterbrüche führen zu Materialschäden und Nichtfunktionieren der Pumpe.

## 6.4 Funktionsstruktur

Die Funktionsstruktur stellt eine Auflistung von Teilfunktionen dar, die zum Erfüllen der Gesamtfunktion erforderlich sind. Das Aufstellen einer derartigen Teilfunktionsliste kann helfen, eine komplexe Gesamtfunktion besser zu verstehen und Realisierungschancen und Probleme zu erkennen.

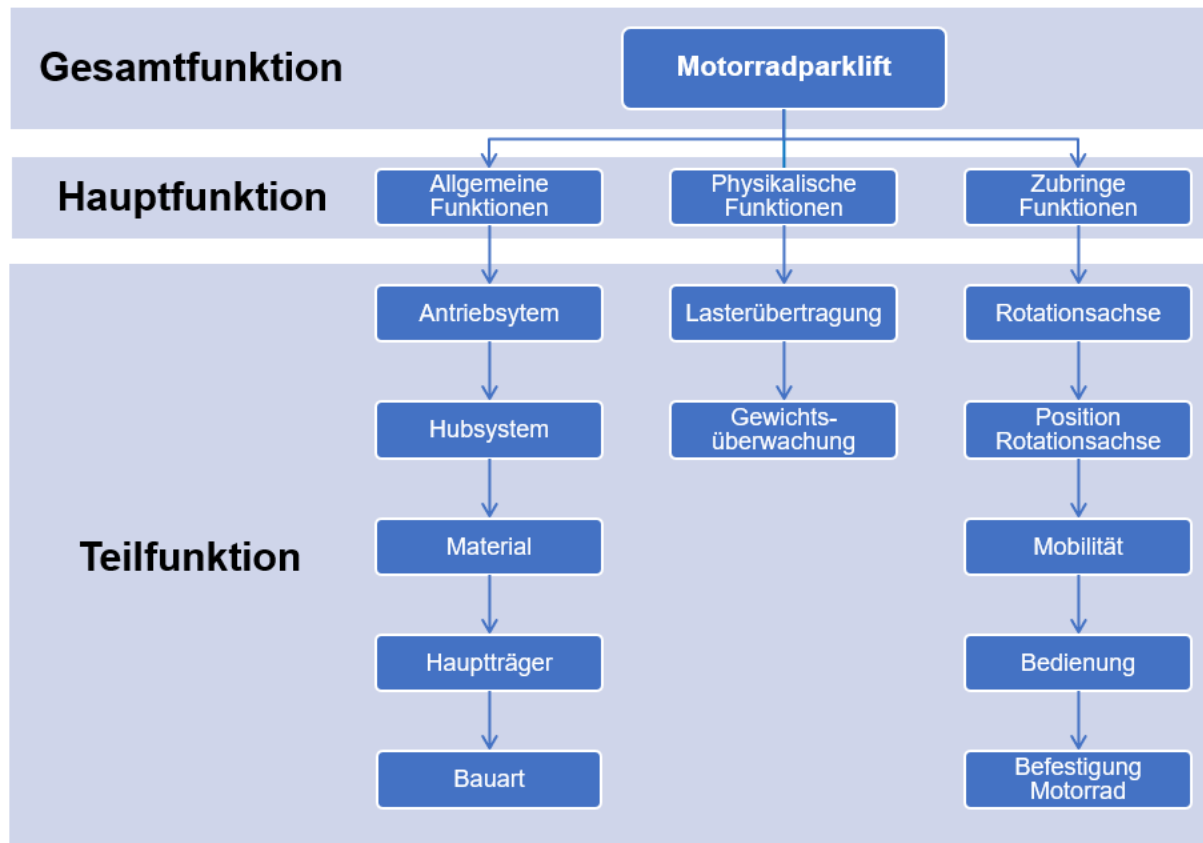


Tabelle 14: Funktionsstruktur

### 6.4.1 Auflistung der Teilfunktionen

Teilfunktion	Bezeichnung	Teilfunktion	Bezeichnung
1	Antriebsystem	7	Gewichtsüberwachung
2	Hubsystem	8	Rotationsachse
3	Material	9	Position Rotationsachse
4	Hauptträger	10	Mobilität
5	Bauart	11	Bedienung
6	Lastenübertragung	12	Befestigung Motorrad

Tabelle 15: Auflistung der Teilfunktionen

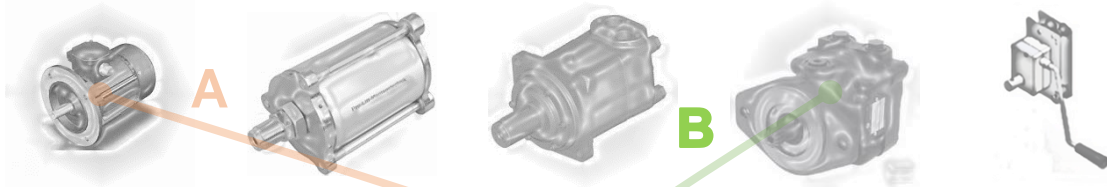




## 6.5 Morphologischer Kasten

### Teilfunktion 1: Antriebssystem

Variante 1.1 Elektromotor	Variante 1.2 Pneumatikmotor	Variante 1.3 Hydraulikmotor	Variante 1.4 Kolbenmotor	Variante 1.5 Handantrieb
------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------



### Teilfunktion 2: Hubsystem

Variante 2.1 Riemen System	Variante 2.2 Hydraulische System	Variante 2.3 Schubketten System	Variante 2.4 Spindel System	Variante 2.5 Elektrozylinder System
-------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	--



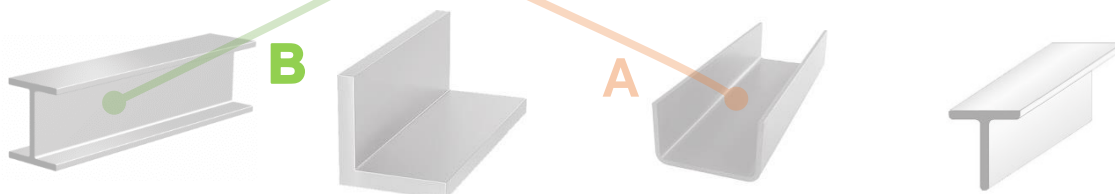
### Teilfunktion 3: Material

Variante 3.1 Stahl	Variante 3.2 Aluminium	Variante 3.3 Rostfreier Stahl	Variante 3.4 Kunststoff
-----------------------	---------------------------	----------------------------------	----------------------------



### Teilfunktion 4: Hauptträger

Variante 4.1 I - Profil	Variante 4.2 L - Profil	Variante 4.3 U - Profil	Variante 4.4 T - Profil
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------



**Teilfunktion 5: Bauart**

Variante 5.1

Befestigung aussen

Variante 5.2

Befestigung zentrisch



**Teilfunktion 6: Lastenübertragung**

Variante 6.1

Formschlüssig



Variante 6.2

Kraftschlüssig



Variante 6.3

Stoffschlüssig



**Teilfunktion 7: Gewichtsüberwachung**

Variante 7.1

Keine Überwachung



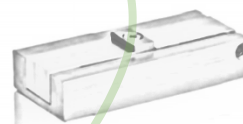
Variante 7.2

Biegebalken  
Kraftsensoren



Variante 7.3

Plattform Kraftsensor



Variante 7.4

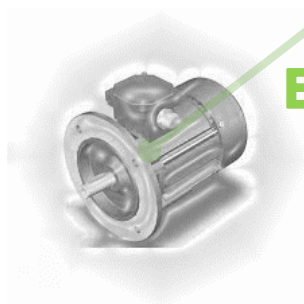
Zug-Druckkraftsensor



**Teilfunktion 8: Rotationsachse**

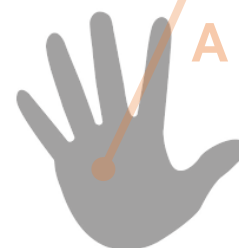
Variante 8.1

Elektromotor



Variante 8.2

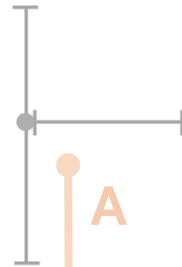
Handantrieb



**Teilfunktion 9: Position Rotationsachse**

**Variante 9.1**

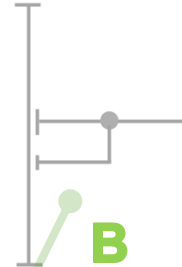
Drehachse aussen



A

**Variante 9.2**

Drehachse zentrisch

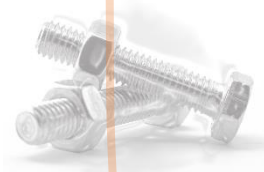


B

**Teilfunktion 10: Mobilität**

**Variante 10.1**

Fix montiert



**Variante 10.2**

Mit Rädern



**Teilfunktion 11: Bedienung**

**Variante 11.1**

Drucktasten



**Variante 11.2**

Hebel



**Teilfunktion 12: Befestigung Motorrad**

**Variante 12.1**

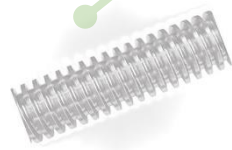
Befestigung durch Vorderradwippe



A

**Variante 12.2**

Manuelle Befestigung durch Trapezgewinde



B

**Variante 12.3**

Elektrische Befestigung durch Spindel



**Variante 12.4**

Hydraulische Befestigung durch Zylinder



Tabelle 16: Morphologischer Kasten

## 7 Entscheiden

### 7.1 Auswertung der Teilfunktionen

Mit den vorliegenden Teilfunktionen werden anhand der folgenden Kriterien analysiert und ausgewertet. Die Kriterien werden entsprechend den Erfahrungen mit vergleichbaren Systemen und der Anforderungsliste ausgewählt. Es wird eine kurze Erläuterung der einzelnen Kriterien und ihrer Gewichtung geben:

#### 7.1.1 Erläuterung der Kriterien

<b>Gewicht:</b>	Die Konstruktion soll möglichst leicht sein. Die Gewichtung des Kriteriums wird auf 2 gesetzt.
<b>Einfache Montage:</b>	Die Komponenten sollen einfach zu montieren sein. Weiter sollen bei einer Reparatur die Einzelteile einfach ersetzbar sein. Stellt das Produkt in seiner Funktion jedoch ein ausreichend gutes Argument für eine komplexe Montage dar, so kann z.B. die Differenz durch wartungsfreie Arbeit wieder eingeholt werden. Die Gewichtung des Kriteriums wird auf 3 gesetzt.
<b>Einfacher Aufbau:</b>	Komplexe Konstruktionen weisen ein höheres Fehler-Risiko auf. Einfache Aufbauten können unter Umständen platzsparend sein. Das Kriterium der Simplifizierung ist nicht primär funktionsrelevant. Daher wird seine Gewichtung mit dem Wert 2 abgeschätzt.
<b>Tragfähigkeit:</b>	Durch das hohe Gewicht des Motorrads muss die Konstruktion in der Lage sein, das Motorrad ohne grossen Aufwand nach oben zu befördern und tragen zu können. Die Gewichtung wird zu 4 gewählt.
<b>Kosten:</b>	Anschaffungskosten der Einbauteile. Die Gewichtung des Kriteriums wird als 2 gewertet.
<b>Sicherheit:</b>	Die Komponenten minimieren das Risiko des Bedieners oder an der Konstruktion. Daher wird die Gewichtung des Kriteriums als 4 gewählt.
<b>Langlebigkeit:</b>	Die Komponenten sollen eine gewisse Langlebigkeit vorweisen können. Es wird infolgedessen der Wert 2 für die Gewichtung gewählt.

### 7.1.2 Punktebewertung

Unter dem Begriff Wertigkeitsverfahren versteht man die Analyse von komplexen Handlungsalternativen mit dem Resultat, alles nach den Präferenzen der Entscheidungsträger bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Einordnung ermöglicht so eine subjektive Entscheidung.

Jede Teilfunktion hat vier Kriterien mit einer Gewichtung. Umso wichtiger ein Kriterium ist, umso höher die Gewichtung. Die Gewichtung wie auch die Punkte liegen zwischen 0 bis 4. Die Gewichtung wird mit der Punktzahl multipliziert und es ergibt sich eine Gesamtpunktzahl. An der Summe der Gesamtpunktezahlen wird ermittelt, welches die besten Lösungen sind.

Punkte	0	1	2	3	4
<b>Bedeutung</b>	unbefriedigend	gerade noch tragbar	ausreichend	gut	sehr gut (ideal)

Tabelle 17: VDI-Richtlinie 2225

#### Teilfunktion 1: Antriebssystem

Bewertungskriterien	Gewichtung	V1.1	V1.2	V1.3	V1.4	V1.5
Langlebigkeit	2	3 6	2 4	2 4	3 6	2 4
Einfache Montage	3	3 9	2 6	2 6	2 6	2 6
Einfacher Aufbau	2	4 8	3 6	3 6	3 6	2 4
Kosten	2	4 8	2 4	2 4	3 6	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>31</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>18</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

Tabelle 18: Punktebewertung Teilfunktion 1

#### Teilfunktion 2: Hubsystem

Bewertungskriterien	Gewichtung	V2.1	V2.2	V2.3	V2.4	V2.5
Langlebigkeit	2	2 4	3 6	2 4	3 6	3 6
Einfache Montage	3	2 6	3 9	3 9	3 9	3 9
Tragfähigkeit	4	2 8	3 12	3 12	3 12	3 12
Kosten	2	2 4	2 4	2 4	1 2	3 6
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>22</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>33</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Tabelle 19: Punktebewertung Teilfunktion 2



**Teilfunktion 3: Material**

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V3.1	V3.2	V3.3	V3.4
Langlebigkeit	2	2 4	3 6	3 6	3 6
Gewicht	2	2 4	3 6	2 4	4 8
Tragfähigkeit	4	3 12	2 8	3 12	1 4
Kosten	2	3 6	2 4	2 4	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>26</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>22</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Tabelle 20: Punktebewertung Teilfunktion 3

**Teilfunktion 4: Hauptträger**

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V4.1	V4.2	V4.3	V4.4
Einfacher Aufbau	2	3 6	3 6	3 6	3 6
Gewicht	2	2 4	2 4	2 4	2 4
Tragfähigkeit	4	3 12	2 8	3 12	2 8
Kosten	2	2 4	3 6	3 6	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>26</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>22</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Tabelle 21: Punktebewertung Teilfunktion 4

**Teilfunktion 5: Bauart**

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V5.1	V5.2
Einfacher Aufbau	2	3 6	2 4
Einfache Montage	3	3 9	2 6
Tragfähigkeit	4	3 12	3 12
Kosten	2	3 6	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>33</b>	<b>26</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>1</b>	<b>2</b>

Tabelle 22: Punktebewertung Teilfunktion 5



**Teilfunktion 6: Lastenübertragung**

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V6.1	V6.2	V6.3
Langlebigkeit	2	2 4	3 6	3 6
Einfacher Aufbau	2	1 2	2 4	3 6
Tragfähigkeit	4	2 8	3 12	4 16
Kosten	2	1 2	3 6	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>16</b>	<b>28</b>	<b>32</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Tabelle 23: Punktebewertung Teilfunktion 6

**Teilfunktion 7: Gewichtsüberwachung**

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V7.1	V7.2	V7.3	V7.4
Einfacher Aufbau	2	- -	2 4	2 4	3 6
Sicherheit	4	0 0	3 12	3 12	3 12
Einfache Montage	3	- -	1 3	2 6	3 9
Kosten	2	1 2	2 4	2 4	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>2</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>31</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Tabelle 24: Punktebewertung Teilfunktion 7

**Teilfunktion 8: Rotationsachse**

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V8.1	V8.2
Gewicht	2	2 4	4 8
Einfache Montage	3	3 9	3 9
Langlebigkeit	2	2 4	3 6
Kosten	2	2 4	3 6
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>21</b>	<b>29</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>2</b>	<b>1</b>

Tabelle 25: Punktebewertung Teilfunktion 8

### Teilfunktion 9: Position Rotationsachse

Bewertungs-kriterien		Gewichtung	V9.1	V9.2
Tragfähigkeit	4		3 12	3 12
Einfache Montage	3		3 9	3 9
Einfacher Aufbau	2		3 6	2 4
Kosten	2		3 6	3 6
<b>Gesamtpunkte Summe</b>			<b>33</b>	<b>31</b>
<b>Rangfolge</b>			<b>1</b>	<b>2</b>

Tabelle 26: Punktebewertung Teilfunktion 9

### Teilfunktion 10: Mobilität

Bewertungs-kriterien		Gewichtung	V10.1	V10.2
Gewicht	2		3 6	3 6
Einfache Montage	3		3 9	2 6
Einfacher Aufbau	2		3 6	3 6
Kosten	2		3 6	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>			<b>27</b>	<b>22</b>
<b>Rangfolge</b>			<b>1</b>	<b>2</b>

Tabelle 27: Punktebewertung Teilfunktion 10

### Teilfunktion 11: Bedienung

Bewertungs-kriterien		Gewichtung	V11.1	V11.2
Sicherheit	4		3 12	2 8
Einfache Montage	3		3 9	3 9
Einfacher Aufbau	2		3 6	3 6
Kosten	2		3 6	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>			<b>33</b>	<b>27</b>
<b>Rangfolge</b>			<b>1</b>	<b>2</b>

Tabelle 28: Punktebewertung Teilfunktion 11





## Teilfunktion 12: Befestigung Motorrad

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	V12.1	V12.2	V12.3	V12.4
Einfacher Aufbau	2	3 6	3 6	3 6	2 4
Sicherheit	4	3 12	3 12	3 12	3 12
Einfache Montage	3	3 9	2 6	2 6	2 6
Kosten	2	3 6	3 6	2 4	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>33</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>26</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Tabelle 29: Punktebewertung Teilfunktion 12

## 7.2 Auswertung der Lösungsvarianten

Durch die Punktebewertung der Teilfunktionen werden nun die Gesamtpunktzahlen der Lösungsvarianten zusammengezählt. Die Lösungsvariante A hat mit 369 am meisten Punkte. Der Entscheid wird jedoch nicht nur mit den Punkten gefällt. Es werden zu jeder Lösung die Vor- und Nachteile beschrieben.

Lösungsvariante A	Punktzahl	Lösungsvariante B	Punktzahl
Variante 1.1	31	Variante 1.4	24
Variante 2.5	33	Variante 2.2	31
Variante 3.1	26	Variante 3.3	26
Variante 4.3	28	Variante 4.1	26
Variante 5.1	33	Variante 5.2	26
Variante 6.3	32	Variante 6.2	28
Variante 7.4	31	Variante 7.3	26
Variante 8.2	29	Variante 8.1	21
Variante 9.1	33	Variante 9.2	31
Variante 10.1	27	Variante 10.2	22
Variante 11.1	33	Variante 11.2	27
Variante 12.1	33	Variante 12.2	30
<b>Summe</b>	<b>369</b>	<b>Summe</b>	<b>318</b>
<b>Rangfolge</b>	<b>1</b>	<b>Rangfolge</b>	<b>2</b>

Tabelle 30: Auswertung der Lösungsvarianten



## 7.2.1 Lösungsvariante A

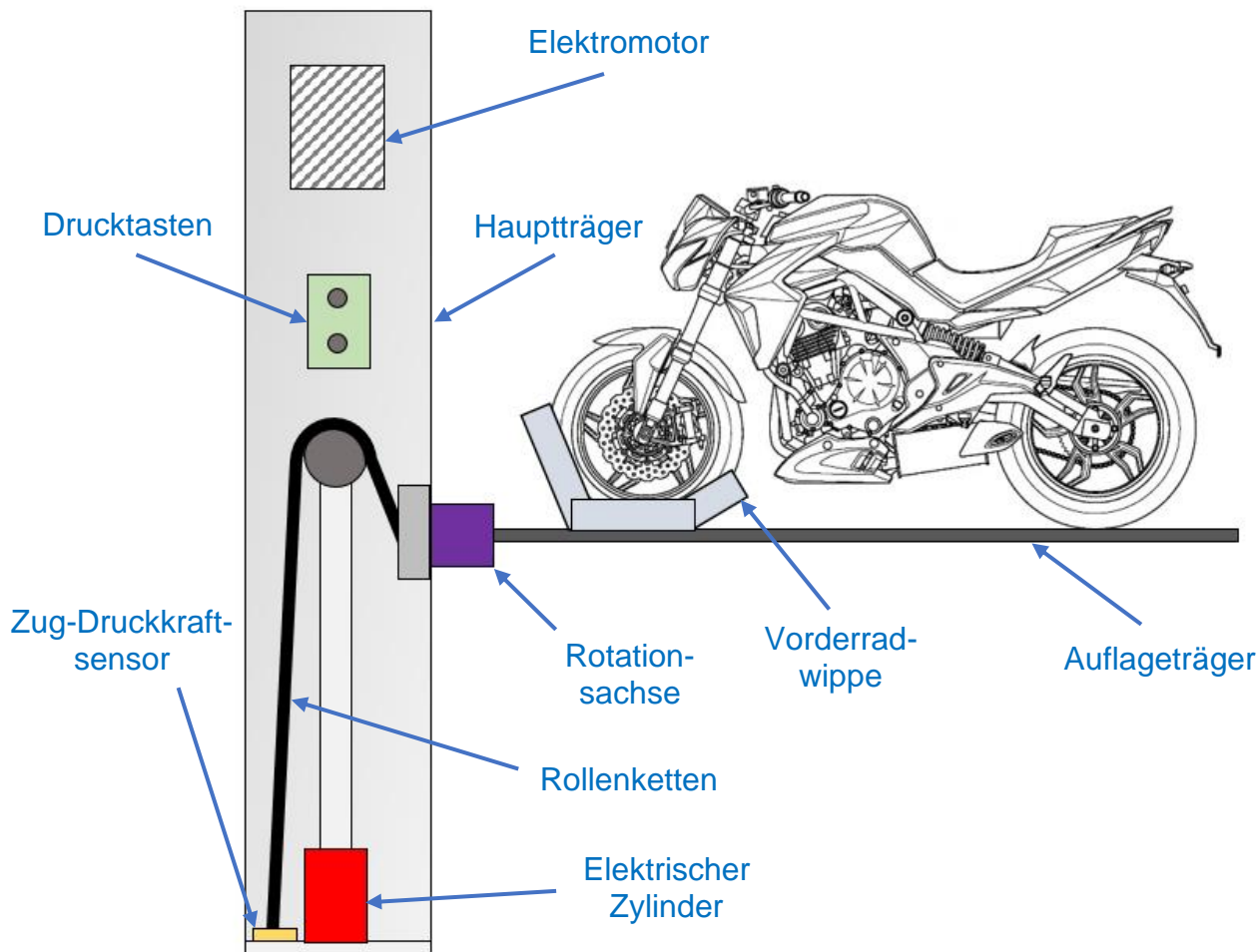


Abbildung 6: Lösungsvariante A Skizze

### Beschreibung:

Das Grundgestell setzt sich aus genormten Stahlprofilen zusammen. Für den Hauptträger wird ein U-Profil verwendet, um die ganzen Bauteile in das Profil zu verstauen. Nach der Fertigung der Konstruktion werden alle Stahlteile gegen Korrosion mittels Pulverbeschichtung geschützt und zusammengeschweisst, damit eine Lastenübertragung erfolgen kann. Seitlich des Hauptträgers werden Bohrungen für die Montage der Endschalter sowie der Führungsschiene gemacht. Die Hubbewegung führt ein elektrischer Zylinder aus, der von einem Elektromotor angetrieben wird. Um dem Zylinder zusätzliche Stabilität zu geben, wird der Zylinder mit einer Umlenkrolle ausgestattet, über die Rollenketten laufen. Mittels Zug-Druckkraftsensor ist der Motorradparklift gegen Überlast gesichert. Die Position der Rotationsachse folgt am Ende des Auflageträgers und wird mit Rillenkugellagern für die Drehbewegung ausgestattet. Der Motorradparklift wird mit Schrauben am Garageboden befestigt, um eine Kippgefahr auszuschliessen. Über die Drucktasten, die das Signal an den elektrischen Zylinder gibt, wird das Liftsystem nach oben oder unten gefahren. Mit der Vorderradwippe wird das Motorrad auf der Auflagefläche befestigt.

**Vorteile:**

- Mit der Vorderradwippe muss keine extra Konstruktion gemacht werden, um das Motorrad zu befestigen, da es ein Einkaufsteil ist.
- Durch die äussere Befestigung der Drehachse muss keine zusätzliche Konstruktion gemacht werden, um die Auflagefläche des Motorrads zu drehen.
- Durch die Formgegebenheit des U-Profiles, können Bauteile geschützt verstaub werden.

**Nachteile:**

- Für den Korrosionsschutz muss der Stahl Oberflächlich behandelt bzw. lackiert werden.
- Das U-Profil kann eine niedrige Spannung aufnehmen gegenüber dem I-Profil.
- Die Stahlteile müssen gegen Korrosion zusätzlich Geschützt werden.

Tabelle 31: Vergleich Lösungsvariante A

**7.2.2 Lösungsvariante B**

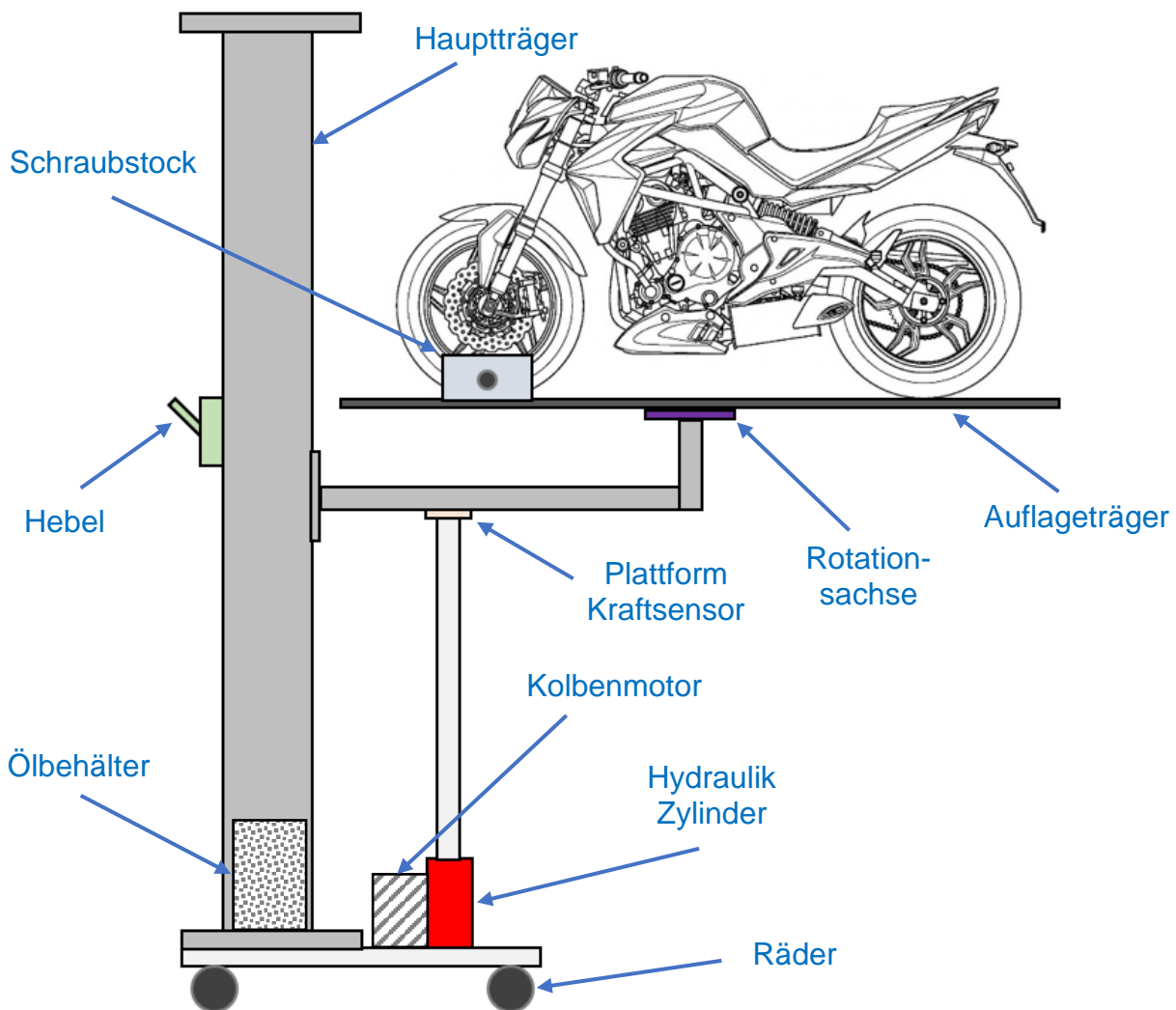


Abbildung 7: Lösungsvariante B Skizze

### Beschreibung:

Der Antrieb wird von einem Kolbenmotor generiert, um die Hydraulikpumpe zu betreiben. Mit der Pumpe wird der Hydraulikzylinder mit Öl gefüllt und kann so eine Hubbewegung ausführen. Die genormten Profile sind aus einem rostfreien Stahl. Für den Hauptträger wird ein I-Profil verwendet. Die Position der Rotationsachse wird der Auflagerträger zentrisch zum Hauptträger verschraubt. Mittels eines Motors soll sich die Rotationsachse automatisch drehen. Zudem wird die Gewichtsüberwachung über einen Plattform Kraftsensor erfolgen. Damit die Konstruktion mobil ist, werden Räder mit einer Arretierung auf die Grundplatte montiert. Ein Hebel soll den Hydraulikzylinder ansteuern, somit kann die Hubrichtung bestimmt werden. Um das Motorrad auf dem Motorradparklift zu befestigen, wird über ein Trapezgewinde und zwei Platten (Schraubstock) der Vorderpneu eingespannt.

#### Vorteile:

- Durch die kraftschlüssige Variante (Schrauben) kann die Konstruktion einfacher Einzelteile ersetzen gegenüber der geschweissten Variante.
- Die zentrische Bauart kann höhere Biegebelastungen aufnehmen.

#### Nachteile:

- Für das hydraulische System benötigt man zusätzlich einen Öltank. Weiter besteht die Gefahr des Auslaufens des Öls.
- Bei einer unabsichtlichen Berührung des Hebels besteht die Gefahr, einen Schaden oder eine Verletzung zu verursachen.
- Die Konstruktion ist wegen der zentrischen Rotationsachse sehr komplex.
- Für den Schutz benötigt man auf allen Seiten ein Teleskop Abdeckblech.

Tabelle 32: Vergleich Lösungsvariante B



## 7.3 Nutzwertanalyse

Um die wirtschaftlichen und technischen Aspekte aufzuzeigen und die einzelnen Aspekte je nach Bedürfnis zu gewichten, werden die Lösungsvarianten mit der Nutzwertanalyse als Ganzes nochmals bewertet. Der Gewichtungsfaktor und die Aspekte sind anhand von Erfahrungswerten ermittelt worden.

### 7.3.1 Technische Kriterien

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	Lösungsvariante A	Lösungsvariante B
Sicherheit	4	3 12	3 12
Einfache Montage	3	4 12	3 9
Geringer Raumbedarf	2	3 6	3 6
Fertigungsgerecht	4	3 12	2 4
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>42</b>	<b>31</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>1</b>	<b>2</b>

Tabelle 33: Technische Nutzwertanalyse

### 7.3.2 Wirtschaftliche Kriterien

Bewertungs-kriterien	Gewichtung	Lösungsvariante A	Lösungsvariante B
Kosten Fertigung	3	3 9	3 9
Kosten Montagezeit	3	3 9	2 6
Entwicklungsaufwand	3	3 9	2 6
<b>Gesamtpunkte Summe</b>		<b>27</b>	<b>21</b>
<b>Rangfolge</b>		<b>1</b>	<b>2</b>

Tabelle 34: Wirtschaftliche Nutzwertanalyse

## 7.4 Schlussentscheid

Die Lösungsvariante A wird aufgrund der höchsten Punktezahl durch den morphologischen Kasten und der Nutzwertanalyse weiterverfolgt. Ausschlaggebend sind auch die niedrige Komplexität bei der Montage und die höhere Wirtschaftlichkeit.

Weiter ist der Entwicklungsaufwand geringer, auch ist eine einfachere Montage der Drehachse vorhanden. Dadurch senken sich auch die Kosten bei einem Schadenfall und beim Ersetzen der Drehachse.

## 7.5 Ausarbeitung

Nachdem das grundsätzliche Konzept erstellt worden ist, geht es nun an die detaillierte Ausarbeitung. In dieser Phase werden die Komponentenauswahl sowie die Berechnungen und die Konstruktion ausgearbeitet. Damit nicht mit dem Motorradparklift auf der untersten Stufe der Treppe begonnen werden muss, wird ein Ablaufdiagramm erstellt, welches die Abhängigkeiten der Komponenten, Berechnungen und Konstruktionen berücksichtigt. Ausgehend vom Zug-Druckkraftsensor, der das Gewicht des Motorrads überwachen soll, und von der Befestigung des Motorrads über eine Vorderradwippe wird auch der elektrische Zylinder und der Steuerkasten ausgewählt. Zudem werden die Führungsschiene sowie die Führungsplatte vordimensioniert. Die anderen Komponenten des Motorradparklifts müssen berechnet und evaluiert werden. Folglich wird dann mit den Bauelementen die Konstruktion der Einzelteile erstellt und anschliessend in einer Baugruppe zusammengefügt.



Abbildung 8: Ausarbeitung Flussdiagramm

## 8 Realisieren

### 8.1 Vordimensionieren

Für die Berechnungen benötigt es die Eckdaten des Motorradparklifts. Daher wurde eine Handskizze vom ersten Prototyp gezeichnet. Die Dimensionen werden anhand der Anforderungsliste bestimmt. Der Motorradparklift besteht im Wesentlichen aus sieben Komponenten: aus dem Elektromotor, der den elektrischen Zylinder antreibt, aus dem Hauptträger und dem Auflageträger, die das Konstrukt halten, aus dem Zug-Druckkraftsensor, aus dem Steuerkasten wie auch aus der Vorderradwippe.

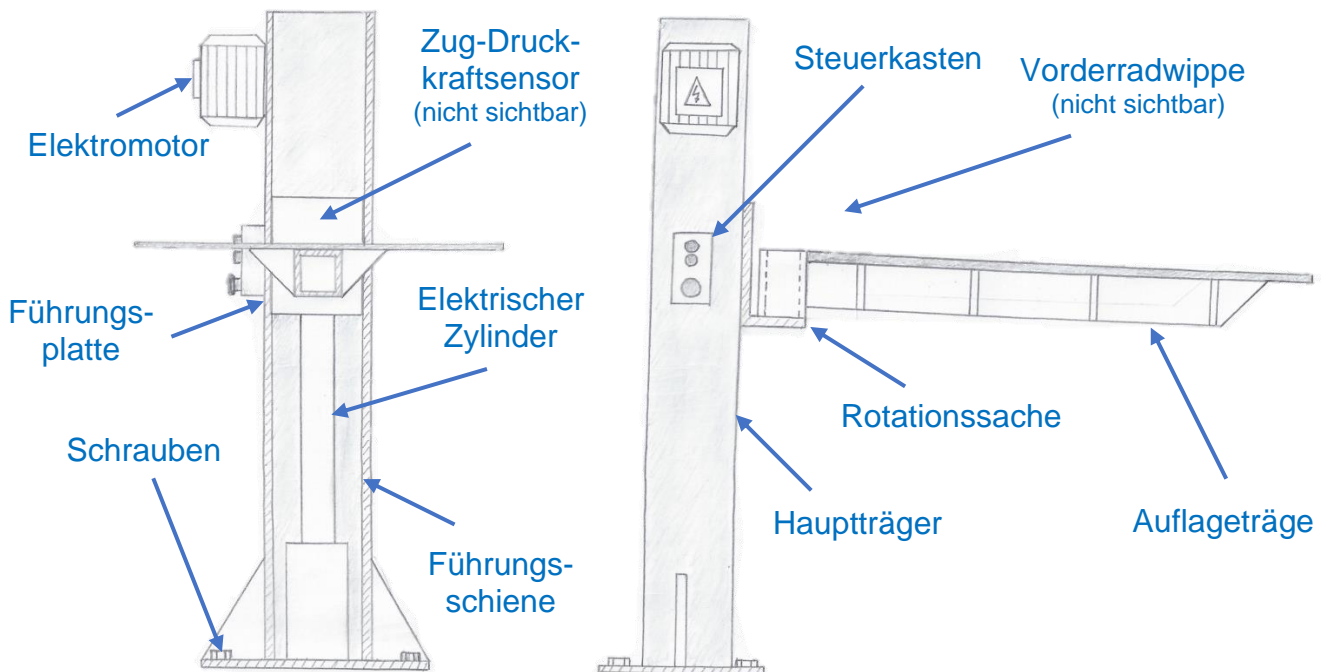


Abbildung 9: Motorradparklift Handskizze

**Elektromotor:**

Der Elektromotor braucht eine Stromanschluss von 230 V und 50Hz. Die Leistung muss noch bestimmt werden.

**Elektrischer Zylinder:**

Der elektrische Zylinder muss mit einer Traglast von mindesten 300 kg (ca. 3'000 N) und einer Hublänge von ca. 1'500 mm ausgestattet werden.

**Hauptträger:**

Der Hauptträger wird mit der Länge von ca. 1'500 mm vordimensioniert.

**Auflageträger:**

Der Auflageträger wird mit der Länge von ca. 3'000 mm vordimensioniert.

**Zug-Druckkraftsensor:**

Der Zug-Druckkraftsensor wird am Elektrozyylinder befestigt.

**Steuerkasten:**

Der Steuerkasten sorgt für die Signale der Auf- und Abwärtsbewegung wie auch der Stromverteilung.

**Vorderradwippe:**

Die Vorderradwippe befestigt das Motorrad am vorderen Pneu.

### 8.1.1 Übersichtsseite

Diese extra Seite wurde erstellt, um sich stets Klarheit und Orientierung über die Einkaufsteile sowie über die Berechnungen verschaffen zu können. Daher ist auf der Rückseite die vorherige Handskizze nochmals abgebildet. Klappe somit diese Seite auf und lese diese Dokumentation gespannt weiter.

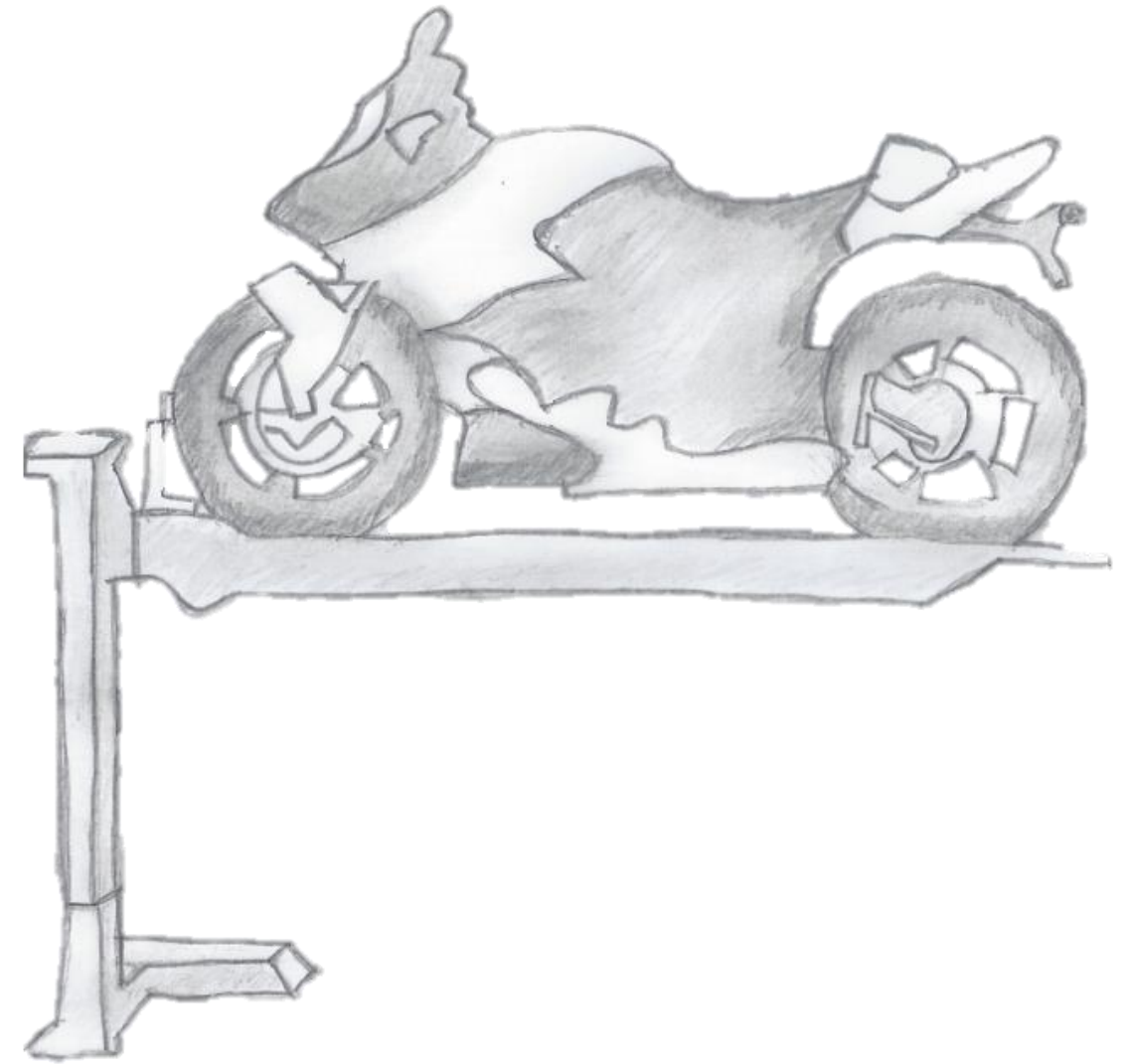
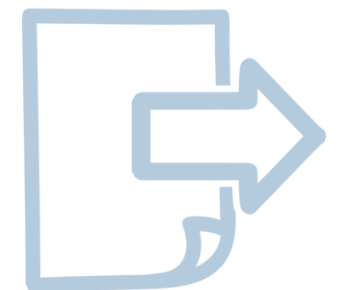


Abbildung 10: Zweite Handskizze





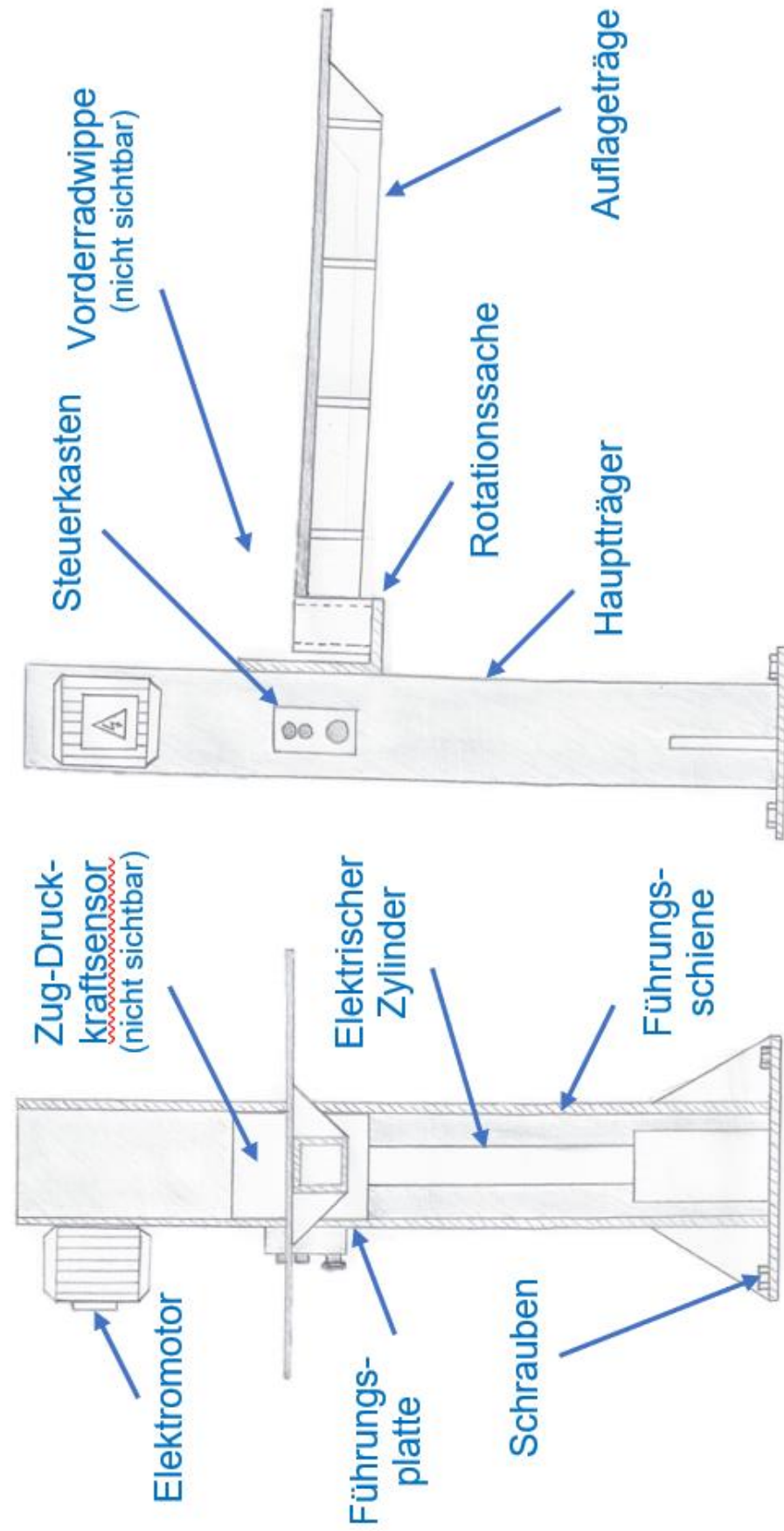
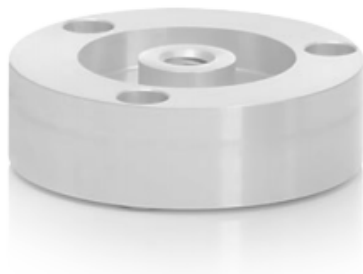


Abbildung 11: Orientierungsskizze



### 8.1.2 Zug-Druckkraftsensor

Für die Gewichtsüberwachungen wurde ein Zug-Druckkraftsensor von den Hersteller Burster gewählt. Denn der Zug-Druckkraftsensor zeichnet sich durch ein sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis aus. Der Kraftsensor aus hochwertigem Aluminium ist durch sein zentrales Innengewinde und die Bohrungen im Außenflansch universell und einfach zu montieren.



#### Features

- Messbereiche von 0 ... 20 N bis 0 ... 5 kN
- Sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- Schutzart bis IP64

#### Highlights/Optionen

- Auflage des Kraftsensors auf drei Schneidlagern für exakte Positionierung
- Standardisierter Nennkennwert

Abbildung 12: Zug-Druckkraftsensor

### 8.1.3 Vorderradwippe

Die Vorderradwippe von Hersteller ACE Bikes bietet durch ihre hervorragende Qualität und durch ihre präzise Verarbeitung höchste Sicherheit. Das Motorrad kann in Sekunden stabil auf dem Motorradparklift befestigt werden. Ist die Vorderradwippe einmal richtig eingestellt, steht das Motorrad selbstständig und kann einfach und schnell von der Vorderradwippe bzw. von dem Motorradparklift rausgeschoben werden. Wartungsarbeiten oder dauerhaftes Parken sind so kein Problem. Die Masse der Vorderradwippe sind ca. 210 x 620 x 380 mm.

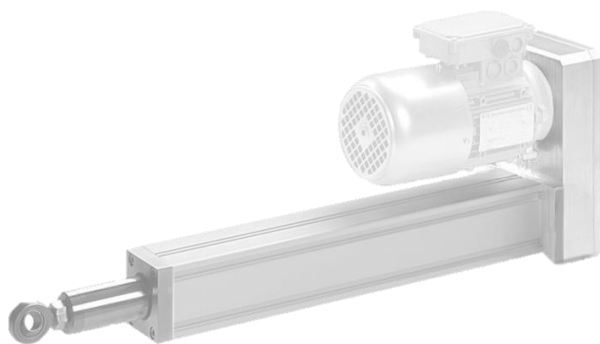


Abbildung 13: Vorderradwippe

### 8.1.4 Elektrischer Zylinder

Gemäss der Anforderungsliste im Kapitel 6 wurde eine Traglast von maximal 300 kg vorgegeben. Das entspricht eine Hubkraft von ca. 3'000 N, die der elektrische Zylinder anheben muss. Die Hublänge muss mindestens 1'500 mm sein, um ein Auto oder ein zweites Motorrad zu parkieren. Zudem ist ein Stromanschluss von 230 V und 50 Hz vorhanden.

Das Unternehmen RK Rose+Krieger hat ein breites Spektrum an Elektrozyklindern, die in verschiedene Leistungsklassen vom einfachen Kurzhubzylinder bis hin zum Schwerlastlinearzylinder unterteilt sind. Daher wurde ein Elektrozyylinder SLZ 90 (Schwerlastzylinder) ausgewählt, der den vordefinierten Ansprüchen gerecht wird. Ein besonderes Augenmerk ist, dass der Zylinder einen modularen Aufbau hat und mit dem Elektromotor als Gesamtpaket bestellt werden kann. Somit wird der elektrische Zylinder über einen Riemen von dem Asynchronmotor angetrieben.



<b>Max. Hublänge:</b>	2'000 mm
<b>Max. Druckkraft:</b>	25'000 N
<b>Max. Zugkraft:</b>	25'000 N
<b>Max. Geschwindigkeit:</b>	77 mm/s
<b>Nennspannung:</b>	230 V
<b>Frequenz:</b>	50 Hz

Abbildung 14: Elektrischer Zylinder

### 8.1.5 Steuerkasten

Der Motorradparklift wird mit einem herkömmlichen Schaltkasten von der Grösse 200x200x120 mm ausgestattet. Mit diesem Schaltkasten sollten Klemmen verbaut werden, um die einzelnen Steuerelemente anzusteuern und den Strom zu verteilen. Für die Steuereinheit werden zwei Drucktasten, die das Auf- und Abwärtssignal geben, sowie ein Hauptschalter für den Stromzufuhr eingebaut. Alle Steuerelemente agieren mit einer Spannung von 230 V.

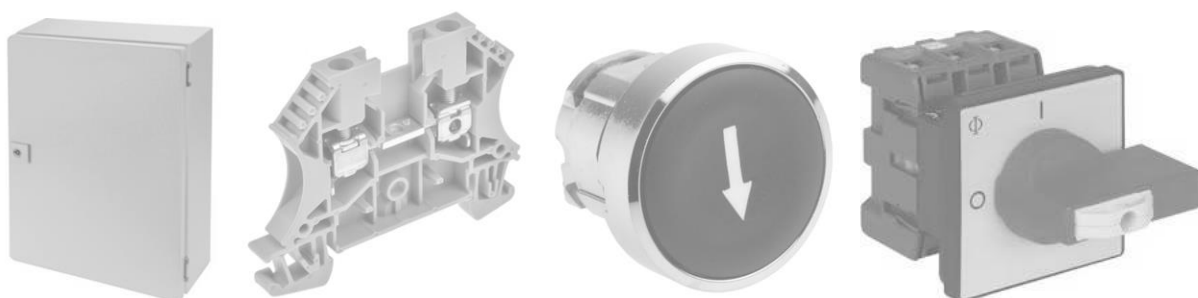


Abbildung 15: Komponenten Steuerkasten

### 8.1.6 Führungsschiene

Die Schienen des SL2-Systems von HEPCO sind an den V-Führungen gehärtet und allseitig geschliffen, um eine hohe Parallelität der Kanten zu gewährleisten. Die Befestigungsbohrungen sind exakt positioniert, sodass es am Hauptträger verschraubt werden kann. Der Mittelteil der Schienen ist ungehärtet, um gegebenenfalls eine erforderliche Nachbearbeitung zu ermöglichen. Die Führungsschiene ist ein wichtiges Bauelement für eine saubere Auf- und Abwärtsbewegung des Motorrads. Weiter sorgt die Führungsschiene für eine bessere Stabilität des elektrischen Zylinders und daher wird nur auf Druck belastet. Aus dem Katalog wurde die SSNMS12 Schiene gewählt, da sie den Belastungen standhält und eine Länge von 1'980 mm aufweist.



Abbildung 16: Führungsschiene

### 8.1.7 Führungsplatte

Die leichten Führungsplatten aus Aluminium von HEPCO sind mit einer Beschichtung versehen, um eine Korrosion zu verhindern. Aus dem Katalog des Herstellers wird die Führungsplatte SSCPMS12 genommen. Diese Führungsplatte eignet sich bestens für die bereits ausgewählte Führungsschiene und ist somit kompatibel. Zudem sind Biegebelastungen bis zu 2'400 Nm möglich. Folglich können mit zwei kompletten Führungen einer maximale Biegebelastung von 4'800 Nm erreicht werden.



Abbildung 17: Führungsplatte

### 8.1.8 Endschalter

Endschalterschalter oder auch Positionsschalter kommen überall dort zum Einsatz, wo bestimmte Positionen (z.B. Endlagen) erfasst oder die Stellung von beweglichen Teilen an Maschinen und Anlagen überwacht werden sollen. Sie haben die Aufgabe, neue Arbeitsprozesse anzustossen oder ihren Abschluss zu signalisieren. Um eine sichere Endposition zu garantieren, soll deshalb zwei Endschalter GSAC20A1B von Distrelec eingebaut werden. Diese befinden sich je an einer Seite der Führungsschiene, in diesem Fall oben und unten. Bei einem Signal, die durch die Betätigung der Rolle ausgelöst wird, wird die Hubbewegung des elektrischen Zylinders gestoppt. Dadurch wird der Verfahrbereich überwacht und Kollisionen verhindert.



Abbildung 18: Endschalter

### 8.1.9 Rollenketten

Der Hersteller FB-Ketten verkauft komplette Paketlösungen für Rollenketten. Diese beinhaltet nebst der Rollenketten, eine Umlenkrolle, einen Kettenanker sowie einen Kettenhalter. Für die entsprechende Belastung wurden die Rollenketten WL2044U ausgewählt. Mit den Rollenketten soll zudem die Belastung auf Biegung verhindert werden. Ansonsten wäre nämlich der elektrischen Zylinder ihr ausgesetzt. So wird nun die Hubbewegung sauber ausgeführt. Dieses System ist auch bei Stapelfahrzeugen verbreitet.



Abbildung 19: Rollenketten

## 8.2 Berechnungen

Durch die Vordimensionierung wurden die ersten Gedanken vom Aufbau des Motorradparklifts gezeichnet. Weiter sind die Einkaufsteile ausgewählt worden. Es werden grossenteils Berechnungen im Bereich Festigkeitslehre gemacht. Es wird berechnet, welche Leistung der Elektromotor erzeugen muss, um den elektrischen Zylinder zu bewegen und ob die maximal zulässigen Druck- und Biegespannungen eingehalten werden können. Die Berechnungen folgen in dem Rechnungstool MathCad.

### 8.2.1 Elektromotor

Die Leistung wird anhand der benötigten Energie und der Zeit, die der Zylinder für die Hubhöhe braucht, bestimmt. Durch die Hubkraft und die Hubhöhe wird die Energie berechnet.

$$m := 300 \text{ kg} \quad h := 1500 \text{ mm} \quad t := 60 \text{ s} \quad U := 230 \text{ V} \quad P_2 := 550 \text{ W}$$

$$F := m \cdot g = 2941.995 \text{ N} \quad E := F \cdot h = 4412.993 \text{ W} \cdot \text{s} \quad P_1 := \frac{E}{t} = 73.55 \text{ W}$$

Es wurde nun aber kein zu diesen Berechnungen passender Elektromotor gefunden, der mit dem Zylinder verbaut werden kann. Daher wurde aus dem Herstellerkatalog der Elektromotor mit der niedrigsten Leistung ausgewählt. Um die erwünschte Geschwindigkeit bzw. die richtige Hubzeit trotzdem zu erhalten, wird ein Frequenzumrichter dazwischen gehenkt. Dabei kann bei einem Frequenzumrichter die Beschleunigung eingestellt werden, um keine ruckartigen Bewegungen zu verursachen. Die Erklärung, warum ein Frequenzumrichter benötigt wird, ist einfach. Der verwendete Motor ist ein Wechselstrom-Asynchronmotor. Bei einem Gleichstrommotor wäre dieser nicht notwendig, da ein Widerstand, der einfach zu berechnen wäre, ausreicht.



<b>Motortyp:</b>	RF17DRS71M4/BE1
<b>Leistung:</b>	550 W
<b>Max. Geschwindigkeit:</b>	17 mm/s
<b>Max. Kraft:</b>	25'000 N
<b>Motorbremse:</b>	Ja

Abbildung 20: Asynchronmotor

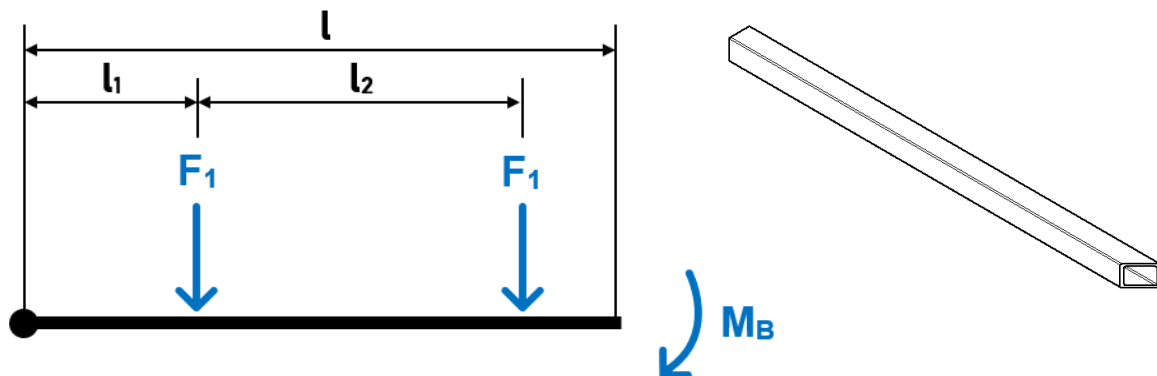
Mit einer Motorbremse kann verhindert werden, dass bei einem externen Stromausfall der elektrische Zylinder in die Grundposition fährt und so einen Schaden am darunter stehenden Auto oder am Motorrad erzeugt. Dadurch benötigt die Konstruktion keine weiteren Sicherheitsmassnahmen bezüglich des Herabfallens des Motorrads.

## 8.2.2 Auflageträger

Der Auflageträger muss eine Traglast von 300 kg halten, um diese Last tragen zu können, wird ein Vierkantrohr verwenden. Das Vierkantrohr wird auf Biegebeanspruch und Durchbiegung geprüft. Die Aussenmasse von 80 mm werden angenommen.

### 8.2.2.1 Biegebeanspruchung | Durchbiegung des Auflageträgers

**Werkstoff:** S235JR / 1.0037 (Unlegierter Stahl)



$$l := 3000 \text{ mm} \quad l_1 := 100 \text{ mm} \quad l_2 := 1500 \text{ mm} \quad F_1 := 1500 \text{ N}$$

$$v := 1.5 \quad A := 80 \text{ mm} \quad E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_B := 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$M_B := F_1 \cdot l_1 + F_1 \cdot l_2 = 2400 \text{ N} \cdot \text{m} \quad \sigma_{\text{vorh}} := \frac{\sigma_B}{v} = 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad W_B := \frac{M_B}{\sigma_{\text{vorh}}} = 20000 \text{ mm}^3$$

$$W_B = \frac{A^3 - a^3}{6}$$

$$a := \sqrt[3]{A^3 - 6 \cdot W_B} = 73.186 \text{ mm}$$

$$I := \frac{A^4 - a^4}{12} = (1.023 \cdot 10^6) \text{ mm}^4$$

$$f := \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} = 123.301 \text{ mm}$$

Aus der Tabelle und der Berechnungen wird ein Vierkantrohr von 80x80x3 mm empfohlen. Somit ergibt sich die Innenmasse von 74 mm. Jedoch ist die Durchbiegung zu hoch, daher werden zwei Vierkantrohre von 100x100x10 mm nochmals gerechnet.

$$l := 3000 \text{ mm} \quad A := 100 \text{ mm} \quad a := 80 \text{ mm} \quad E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{\text{zul}} := \frac{l}{200} = 15 \text{ mm}$$

$$I := \frac{A^4 - a^4}{12} = (4.92 \cdot 10^6) \text{ mm}^4$$

$$f_{\text{vorh}} := \frac{F_1 \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} = 13.066 \text{ mm}$$

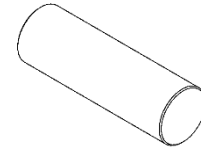
$$f_{\text{vorh}} \leq f_{\text{zul}}$$

Die neu dimensionierten Vierkantrohre genügen den Ansprüchen der vorhandenen Durchbiegung, da der Erfahrungswert von maximal 15 mm nicht überschritten wird. Dieser Erfahrungswert soll als ein ungefähr maximaler Durchbiegungswert dienen.

### 8.2.3 Rotationsachse

Für den Bolzen wird ein Vergütungsstahl verwendet, der sich durch seine hohe Zähigkeit und Festigkeit auszeichnet. Durch die Biegespannung wird der benötigte Durchmesser berechnet.

**Werkstoff:** 42CrMo4 / 1.7225 (Vergütungsstahl)



$$v := 2 \quad R_{p0.2} := 900 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{zul} := \frac{R_{p0.2}}{1.67} = 538.922 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{vorh} := \frac{\sigma_{zul}}{v} = 269.461 \frac{N}{mm^2}$$

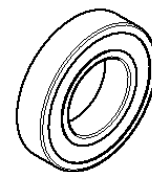
$$d := \sqrt[3]{\frac{M_B}{0.1 \cdot \sigma_{vorh}}} = 44.659 \text{ mm}$$

Damit die Rotationsachse einfach zum Drehen ist, werden zwei Wälzlager eingebaut. Das Rillenkugellager ist das am häufigsten eingesetzten Wälzlager. Auch durch seine Vielseitigkeit deckt es eine grosse Bandbreite ab. Im Betrieb ist es unempfindlich und wartungsfreundlich. Es gibt sie einreihig und zweireihig sowie mit Dicht- oder Deckscheiben. Durch ihr niedriges Reibungsmoment eignen sie sich für hohe Drehzahlen. Auch durch ihre Geometrie nehmen Rillenkugellager nebst radialen Belastungen auch Axiallasten in beiden Richtungen auf. Wegen diesen Voraussetzungen wurde für ein Rillenkugellager entschieden.

#### 8.2.3.1 Dynamische Äquivalente berechnen

Das Rillenkugellager soll bei 20'000 Stunden eine Lebensdauer von ca. 10 Jahren haben. Die berechneten Resultate werden aus dem Katalog FAG ausgesucht.

$$\text{Angenommen} := \frac{20000}{8 \cdot 5 \cdot 52} = 9.615$$



#### 8.2.3.2 Nominelle Lebensdauer berechnen

Der Wert 70 U/min ist ein Schätzwert.

$$L_{10h} := 20000 \text{ hr}$$

$$n := 70 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

$$L_{10} := n \cdot 60 \cdot L_{10h} \cdot 10^{-6} = 5040$$

#### 8.2.3.3 Dynamische Tragzahl berechnen

- **6209**      $d = 45 \text{ mm} / D = 85 \text{ mm} / B = 19 \text{ mm} / C_{r1} = 31'000 \text{ N}$

FAG Katalog Rillenkugellager S.206-207

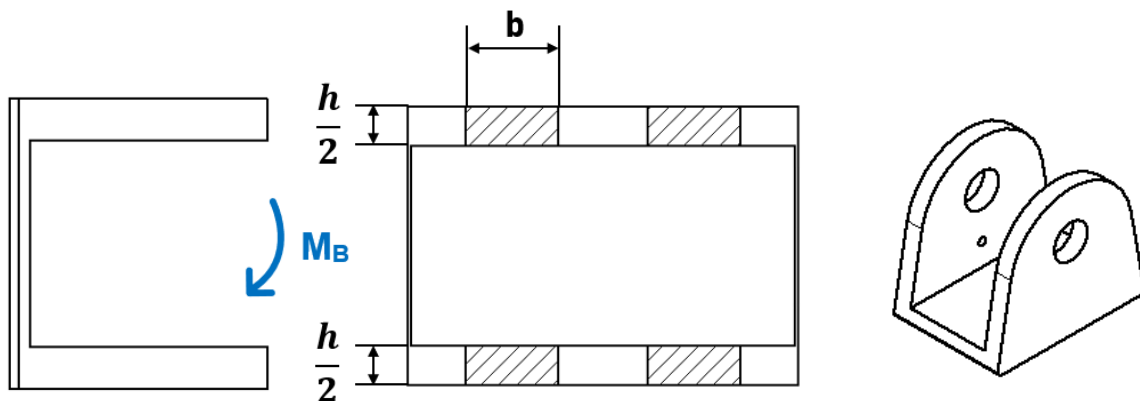
$$p := 3 \quad C_r := \sqrt[p]{L_{10} \cdot F} = 50441.204 \text{ N} \quad C_{r1} := \frac{C_r}{2} = 25220.602 \text{ N}$$



### 8.2.3.4 Biegebeanspruchung des Flanschs

Anhand der vorherigen Berechnungen können jetzt die beiden Flansche bestimmt werden. Durch die Biegebeanspruchung wird der zulässige Widerstandmoment im Flansch ermittelt. Weiter kann mit dem Widerstandsmoment die benötigte Dicke berechnet werden.

**Werkstoff:** S235JR / 1.0037 (Unlegierter Stahl)



$$M_B = 2400 \text{ N}\cdot\text{m} \quad v := 1.5 \quad b := 46 \text{ mm} \quad \sigma_b := 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{vorh} := \frac{\sigma_b}{v} = 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_{vorh} = \frac{M_B}{W_x} = \frac{F_1 \cdot (l_1 + l_2)}{W_x} \quad W_x := \frac{M_B}{\sigma_{vorh}} = (20 \cdot 10^3) \text{ mm}^3$$

$$b_1 := 2 \cdot b = 92 \text{ mm} \quad W_x = \frac{b_1 \cdot h^2}{6} \quad \rightarrow \quad h := \sqrt{\frac{6 \cdot W_x}{b_1}} = 36.116 \text{ mm}$$

Anhand der Berechnung des Widerstandsmoments, ergibt sich die Dicke h von 36 mm beim ersten Flansch. Somit wird h/2 auf 20 mm aufgerundet. Der zweite Flansch hat durch das Rillenkugellager eine Dicke h/2 = 19 mm. Daraus folgt, dass h = 38 mm ist. Mit dem Widerstandsmoment von dem zweiten Flansch wird die Breite b berechnet.

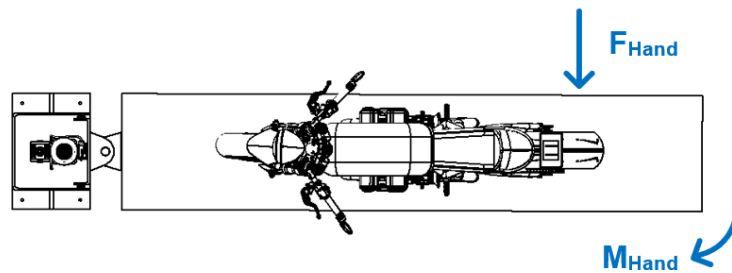
$$M_B = 2400 \text{ N}\cdot\text{m} \quad v := 1.5 \quad h := 38 \text{ mm} \quad \sigma_b := 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{vorh} := \frac{\sigma_b}{v} = 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_{vorh} = \frac{M_B}{W_x} = \frac{F \cdot (l_1 + l_2)}{W_x} \quad W_x := \frac{M_B}{\sigma_{vorh}} = 20000 \text{ mm}^3$$

$$W_x = \frac{b_1 \cdot h^2}{6} \quad \rightarrow \quad b_1 := \frac{6 \cdot W_x}{h^2} = 83.102 \text{ mm} \quad b := \frac{b_1}{2} = 41.551 \text{ mm}$$

## 8.2.4 Kraftaufwand der Rotationsachse

Die Rotationsachse soll eine angenehme 90° Drehung ermöglichen. Damit dies zu gewährleisten ist, wird zuerst das ungefähre Gewicht des Auflageträgers, inklusive des Motorrades, in Abhängigkeit vom Haftreibungskoeffizient, berechnet. Wie bereits erwähnt, sorgen zwei Rillenkugellager für die Drehbewegung. Der Haftreibungskoeffizient ist bei den Rillenkugellager sehr gering, weshalb diese vernachlässigt werden können.



$$A_1 := 100 \text{ mm} \cdot 100 \text{ mm} = 10000 \text{ mm}^2 \quad A_2 := 80 \text{ mm} \cdot 80 \text{ mm} = 6400 \text{ mm}^2 \quad \mu_r := 0.0015$$

$$\rho_{\text{Stahl}} := 7800 \frac{\text{cm}^3}{\text{kg}} \quad m_{\text{Motorrad}} := 300 \text{ kg} \quad l = 3000 \text{ mm} \quad \varphi := 90^\circ = 1.571 \quad t := 10 \text{ s}$$

$$A := A_1 - A_2 = 3600 \text{ mm}^2 \quad V := A \cdot l = 10800 \text{ cm}^3 \quad m_{\text{Profil}} := \frac{2 \cdot V}{\rho_{\text{Stahl}}} = 2.769 \text{ kg}$$

$$\omega := \frac{\varphi}{t} = 0.157 \frac{1}{\text{s}} \quad \alpha := \frac{\omega}{t} = 0.016 \frac{1}{\text{s}^2} \quad m := m_{\text{Motorrad}} + m_{\text{Profil}} = 302.769 \text{ kg}$$

$$\text{Massenträgheitsmoment} \rightarrow J := \frac{m \cdot l^2}{2} = 1362.462 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$M_{\text{Hand}} := J \cdot \alpha = 21.401 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$F_{\text{Hand}} := \frac{M_{\text{Hand}}}{l} = 7.134 \text{ N}$$

Dieses Ergebnis zeigt, dass das eigentliche Schieben über den Auflageträger auch mit 303 kg Ladung unproblematisch ist. Das Hauptproblem ist allerdings nicht die Kraft, welche zum Schieben benötigt wird, sondern die Kraft zur Beschleunigung bzw. der Winkelbeschleunigung der Gesamtmasse. Es wird angenommen, dass der Auflageträger mit einer Winkelgeschwindigkeit von 0.157 1/s geschoben (dies entspricht ungefähr eine Geschwindigkeit von 1.696 km/h) und nach 10 Sekunden erreicht wird.

$$\omega := 0.157 \cdot \frac{1}{\text{s}} \quad t := 10 \text{ s} \quad v := \omega \cdot l = 1.696 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad a := \frac{v}{t} = 0.047 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

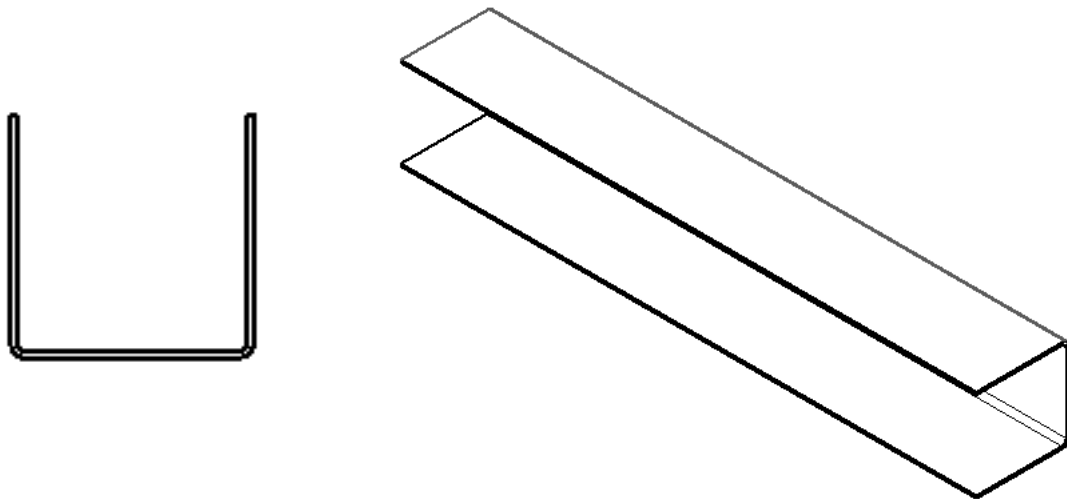
$$F_{\text{Besch}} := a \cdot m = 14.26 \text{ N}$$

Die Berechnung zeigt, dass anfänglich eine Schubkraft von 14.26 N notwendig ist. Möchte man den Scherenhubtisch schneller beschleunigen, ist der Kraftaufwand entsprechend grösser. Ein durchschnittlicher Mann kann eine maximale Schubkraft von 300 N aufbringen. Bei Frauen liegt der Wert ca. um die Hälfte tiefer, denn sie können eine maximale Schubkraft von 140 N aufbringen.

## 8.2.5 Hauptträger

Der Hauptträger soll auf Beanspruchungen wie Druck bzw. Knickung und Biegespannung geprüft werden. Aus den Teilfunktion 4 im Kapitel 8.5 wurde ein UPE U-Profil mit einer Länge von 1'500 mm ausgewählt. Das Eigengewicht des Hauptträgers sowie das Gewicht des Auflagträgers können vernachlässigt werden, da ein ausreichender Sicherheitsfaktor einbezogen wird.

**Werkstoff:** S235JR / 1.0037 (Unlegierter Stahl)



### 8.2.5.1 Knickung nach Eulerfall

$$E := 210000 \frac{N}{mm^2} \quad \lambda_0 := 105 \quad F := 3000 N \quad l := 1500 mm \quad v := 7$$

$$I_{erf} := \frac{v \cdot F \cdot l^2}{E \cdot \pi^2} = 2.28 \cdot 10^4 \cdot mm^4 \quad A := 544 mm^2 \quad I_Y := 5.33 \cdot 10^4 mm^4$$

Aus der Berechnung des Flächenmoments ergab sich ein U-Profil von 30 x 33 x 5 mm. Weiter ist das Flächenmoment 2. Grades von diesem Profil  $I_Y = 5.33 \cdot 10^4 mm^4$ . Der elektrische Zylinder soll in das U-Profil eingebaut werden. Somit wird der Hauptträger auf die Masse 400 x 400 x 10 mm angepasst. Es ergeben sich folgende Werte für die Berechnungen.

$$I_Y := 34999.3333 \cdot 10^4 mm^4 \quad A := 11800 mm^2$$

$$i := \sqrt{\frac{I_Y}{A}} = 172.222 mm \quad \lambda_{vorh} := \frac{l}{i} = 8.71 \quad \lambda_{vorh} < \lambda_0$$

Da im Fall 2  $\lambda_{vorh} < \lambda_0$  ist, liegt eine unelastische Knickung vor und somit muss die Berechnungen mit dem Tetmajerfall gemacht werden.

### 8.2.5.2 Biegebeanspruchung des Hauptträgers

Aber zuerst muss das Verhalten des Profils bei einer Biegebeanspruchung nachgewiesen werden. Mit der vorhandene Biegespannung kann anschliessend die Knickung nach Tetmajerfall berechnet werden. Vermutlich wird der Hauptträger den Ansprüchen der Biegebelastung gerecht. Dennoch soll eine Überprüfung der Biegespannung gemacht werden, um nichts auszuschliessen.

$$R_{p0.2} := 235 \frac{N}{mm^2} \quad \sigma_{zul} := \frac{R_{p0.2}}{1.67} = 140.719 \frac{N}{mm^2} \quad W_Y := 1749967 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{vorh} := \frac{M_B}{W_Y} = 1.371 \frac{N}{mm^2} \quad \sigma_{vorh} \leq \sigma_{zul}$$

Wie vermutet, weist der Hauptträger eine sehr geringe vorhandene Biegespannung vor und kann für den Motorradparklift verwendet werden. Mit dem errechneten Wert aus der Biegespannung kann die Knickung mit dem Tetmajerfall ermittelt werden.

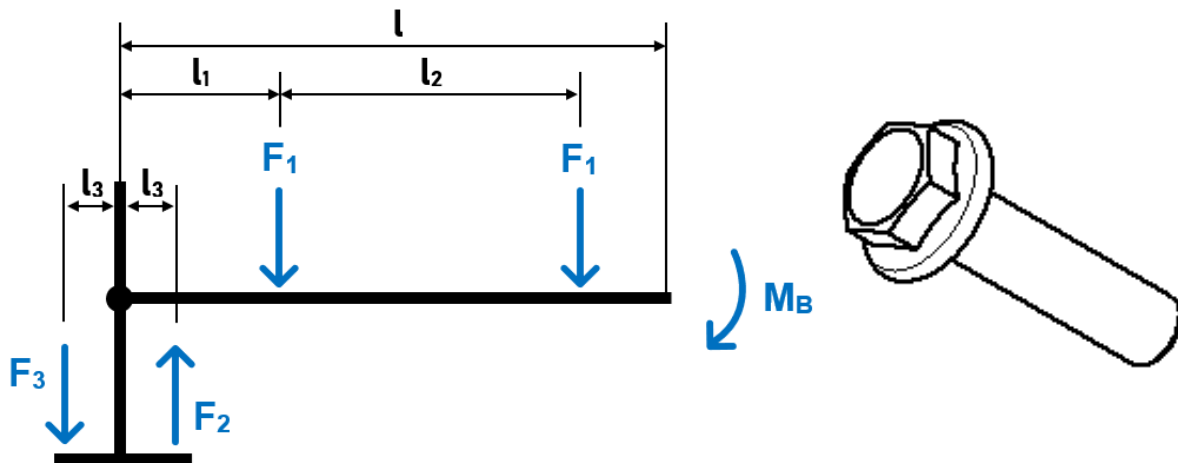
### 8.2.5.3 Knickung nach Tetmajer

$$\sigma_K := 310 - 1.14 \cdot \lambda_{vorh} = 300.189 \quad \sigma_K := 300.189 \frac{N}{mm^2} \quad v := \frac{\sigma_K}{\sigma_{vorh}} = 218.884$$

Entsprechend aus der Berechnung ist erkennbar, dass der Sicherheitsfaktor völlig ausreicht. Somit ist der Hauptträger eigentlich überdimensioniert, jedoch wird ein U-Profil von 400 x 400 x 10 mm benötigt. Zudem ist es die kleinste Dicke aus dem Herstellerkatalog. Dies ist aber weiter nicht schlimm und es kann daher für die Konstruktion verwendet werden.

## 8.2.6 Schrauben

Um den Motorradparklift zu befestigen, wird die Grundplatte mit vier Sechskantschrauben mit dem Boden verschraubt. Die Bodenplatte soll die Masse 600 x 400 x 10 mm erhalten. Weiter werden die Auflagekräfte  $F_2$  und  $F_3$  anhand dem Momenten Satz ermittelt.



$$l := 3000 \text{ mm} \quad l_1 := 100 \text{ mm} \quad l_2 := 1500 \text{ mm} \quad l_3 := 150 \text{ mm} \quad F_1 := 1500 \text{ N}$$

$$\Sigma F_X = 0 \quad \Sigma F_Y = 0 = -2 \cdot F_1 + F_2 - F_3 \quad \Sigma M_B = 0 = -F_1 \cdot (l_1 + l_2) + F_2 \cdot l_3 + F_3 \cdot l_3$$

$$F_3 = -2 \cdot F_1 + F_2 \quad \Sigma M_B = 0 = -F_1 \cdot (l_1 + l_2) + F_2 \cdot l_3 + (-2 \cdot F_1 + F_2) \cdot l_3$$

$$F_2 := \frac{F_1 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot F_1 \cdot l_3}{2 \cdot l_3} = 9500 \text{ N}$$

$$F_3 := -2 \cdot F_1 + F_2 = 6500 \text{ N}$$

### 8.2.6.1 Vordimensionierung der Schraube

Mit den errechneten Kräften kann nun eine Vorauswahl der Schrauben getroffen werden. Dazu wird die untenstehende Tabelle aus dem Unterrichts-Skript verwendet. Aus der Tabelle wird zuerst eine Annahme der Schrauben getroffen. Die Kräfte  $F_{S1}$  und  $F_{S2}$  wird mit der Auflagekräfte  $F_2$  sowie  $F_3$  durch je zwei Schrauben dividiert.

$$F_{S1} := \frac{F_2}{2} = 4750 \text{ N}$$

$$F_{S2} := \frac{F_3}{2} = 3250 \text{ N}$$

#### Festigkeitsklasse 8.8

- Querkraft = 2'000 N
- dyn. Axialkraft = 6'300 N
- Sechskantschraube M8x40

Festigkeitsklasse	Nenndurchmesser in mm für Schachtschrauben bei Kraft je Schraube <sup>1)</sup>												
	stat. axial dyn. axial quer	$F_B$ bzw. $F_Q$ in kN bis											
		1,6 1 0,32	2,5 1,6 0,5	4 2,5 0,8	6,3 4,0 1,25	10 6,3 2	16 10 3,15	25 16 5	40 25 8	63 40 12,5	100 63 20	160 100 31,5	250 160 50
4,6	6	8	10	12	16	20	24	27	33	—	—	—	
4,8, 5,6	5	6	8	10	12	16	20	24	30	—	—	—	
5,8, 6,8	4	5	6	8	10	12	14	18	22	27	—	—	
8,8	4	5	6	8	8	10	14	16	20	24	30	—	
10,9	—	4	5	6	8	10	12	14	16	20	27	30	
12,9	—	4	5	5	8	8	10	12	16	20	24	30	

Abbildung 21: Vorauswahl Schrauben (Fürholz, 2020, S.26)

### 8.2.6.2 Nachgiebigkeit der Schraube

$$E := 210000 \frac{N}{mm^2} \quad d := 8 \text{ mm} \quad A_N := \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 50.265 \text{ mm}^2 \quad l_1 := 18 \text{ mm}$$

$$A_1 := \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 50.265 \text{ mm}^2 \quad l_2 := 22 \text{ mm} \quad A_K := \frac{(6.47 \text{ mm})^2 \cdot \pi}{4} = 32.877 \text{ mm}^2$$

$$\sigma'_S := \frac{1}{E} \cdot \left( \frac{0.8 \cdot d}{A_N} + \frac{l_1}{A_1} + \frac{l_2}{A_K} \right) = 5.498 \cdot 10^{-6} \frac{mm}{N}$$

### 8.2.6.3 Nachgiebigkeit des Zwischenteils

$$D_A := 20 \text{ mm} \quad d_w := 11.6 \text{ mm} \quad d_h := 9 \text{ mm} \quad l_k := 10 \text{ mm}$$

Gemäss Tabellenbuch Metall, 2011, S.212-213 für Nachgiebigkeitsberechnung

Mit den oben genannten Werten wird überprüft, welche der drei Fälle zutrifft. Mit diesem kann dann die nächste Rechnung vollzogen werden.

Für  $(d_w + l_k) < D_A$

$$A_{ers} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_w^2 - d_h^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_w \cdot l_k \cdot \left[ \left( \sqrt[3]{\frac{d_w \cdot l_k}{(d_w + l_k)^2} + 1} \right)^2 - 1 \right]$$
  

$d_w \leq D_A \leq (d_w + l_k)$

$$A_{ers} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_w^2 - d_h^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_w \cdot (D_A - d_w) \cdot \left[ \left( \sqrt[3]{\frac{d_w \cdot l_k}{D_A^2} + 1} \right)^2 - 1 \right]$$
  

$d_w > D_A$

$$A_{ers} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_A^2 - d_h^2)$$

Abbildung 22: Formeln Nachgiebigkeit (Fürholz, 2020, S.30)

$$A_{ers} := \frac{\pi}{4} \cdot (d_w^2 - d_h^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_w \cdot (D_A - d_w) \cdot \left( \left( \sqrt[3]{\frac{d_w \cdot l_k}{D_A^2} + 1} \right)^2 - 1 \right) = 49.146 \text{ mm}^2$$

$$\sigma'_T := \frac{l_k}{E \cdot A_{ers}} = 0.969 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

### 8.2.6.4 Kraftverhältnis

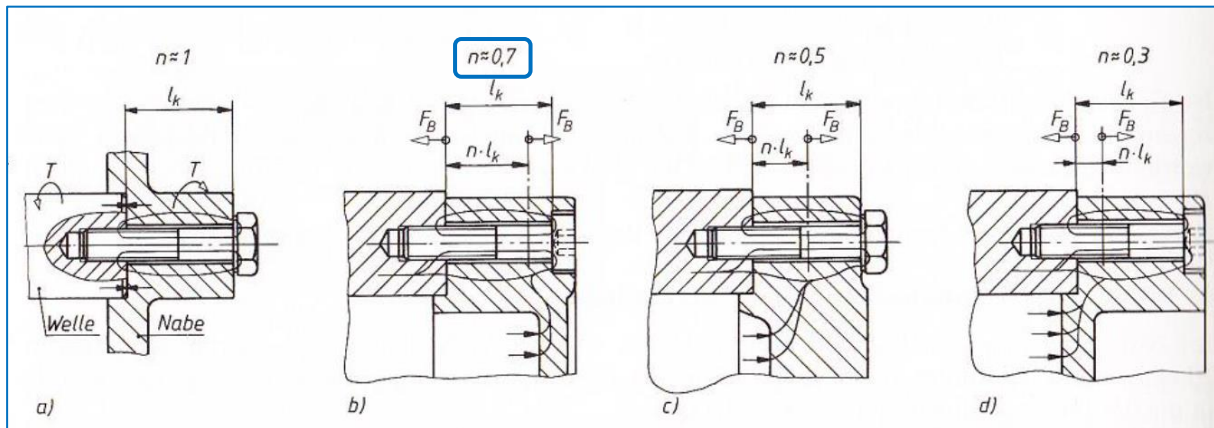


Abbildung 23: Auswahl Kräfteinleitungsfaktor (Fürholz, 2020, S.33)

Als sinnvoll wird erachtet, den Kräfteinleitungsfaktor von  $n = 0,7$  auszuwählen. Denn dadurch liegt die Kräfteinleitung bei der Konstruktion weit entfernt von der Trennfuge. Somit muss nun aber die Nachgiebigkeit der Schraube und des Zwischenteils neu berechnet werden. Damit wird neu:

$$n := 0.7 \quad \sigma_S := \sigma'_S + (1 - n) \cdot \sigma'_T = 5.789 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

$$\sigma_T := n \cdot \sigma'_T = 0.678 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}} \quad \Phi := \frac{\sigma_T}{\sigma_S + \sigma_T} = 0.105$$

### 8.2.6.5 Setzkraftverlust

Anhand der nachfolgenden Tabelle können die Setzbeträge ermittelt werden. In diesem Fall wird mit einer Querkraft gerechnet und der Rautiefe von  $10 \dots < 40 \mu\text{m}$ . Somit wird  $f_z$   $14.5 \mu\text{m}$  bestimmt.

**TB 8-10** Richtwerte für Setzbetrag und Grenzflächenpressung (nach VDI 2230)  
a) Richtwerte für Setzbeträge bei massiven Schraubenverbindungen

Rautiefe der Oberfläche $R_z$ in $\mu\text{m}$		Längskraft			Querkraft		
		<10	10 ... <40	40 ... <160	<10	10 ... <40	40 ... <160
$f_z$ in $\mu\text{m}$	im Gewinde	3	3	3	3	3	3
	je Kopf- oder Mutterauflage	2,5	3	4	3	4,5	6,5
	je innere Trennfuge	1,5	2	3	2	2,5	3,5
	Summe <sup>1)</sup>	9,5	11	14	11	14,5	19,5

<sup>1)</sup> Setzbetrag für Durchsteckschraube mit einer inneren Trennfuge.

Tabelle 35: Richtwerte Setzbetrag (Roloff/Matek, 2017, S.1125)

$$10 \dots < 40 \quad f_z := 14.5 \mu\text{m} \quad F_Z := \frac{f_z}{\sigma_S} \cdot (1 - \Phi) = 2242.185 \text{ N}$$

### 8.2.6.6 Montagevorspannkraft

In der nachstehenden Abbildung wird eine Reibungszahl von 0.12 ausgelesen, da die verwendete Schraube galvanisch verzinkt, spannend bearbeitet und trocken ist.

**Reibungszahl  $\mu_G$  im Gewinde (nach Strelow bzw. VDI 2230)**

$\mu_G$		Gewinde		Außengewinde (Schraube)									
Gewinde	Werkstoff	Oberfläche	Gewinde- fertigung	Schmie- rung	Stahl								
					Gewinde- fertigung	schwarzvergütet oder phosphatiert			galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)	Kleb- stoff	
						gewalzt		ge- schnitten	geschnitten oder gewalzt				
						trocken	geölt		MoS <sub>2</sub> *	geölt	trocken	geölt	trocken
Innengewinde (Mutter)	Stahl	blank	geschnitten	trocken	0,12	0,10*	0,08	0,10	-	0,10	-	0,08	0,16
		galvanisch verzinkt			0,10	-	-	-	0,12	0,10	-	-	0,14
	GJ/GJMB	blank			0,08	-	-	-	-	-	0,12	0,12	-
		blank			-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,08	-
		blank			-	0,08	-	-	-	-	-	-	-

\* Molybdändisulfid

Abbildung 24: Reibungszahl  $\mu_G$  (Fürholz, 2020, S.37)





Für die Klemmkraft mit  $n=4$  (Anzahl Schrauben) ergibt sich mit folgender Formel das untenstehende Resultat.

Klemmkraft --->  $\mu_G := 0.12$   $n := 4$   $F_{kl} := \frac{F_{S1}}{\mu_G \cdot n} = 9895.833 \text{ N}$

Das Anziehdrehmoment mit der untenstehenden Formel wird aus der Tabelle auf Seite 39 des Unterrichtsskriptes der Anziehungsfaktor  $k_A$  von 1.5 ausgelesen ---> Normales Anziehen mit Drehmomentschlüssel.

Montagevorspannkraft --->  $k_A := 1.5$   $F_{VM} := k_A \cdot (F_{kl} + F_{S1} \cdot (1 - \Phi) + F_Z) = 24.585 \text{ kN}$

Reibungszahl  $\mu_K$  in der Kopf bzw. Mutterauflage (nach Strelow bzw. VDI 2230)

$\mu_K$	Auflagefläche		Schraubenkopf											
	Auflagefläche	Werkstoff	Stahl											
		Oberfläche	schwarz oder phosphatiert						galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)			
			Fertigung	gepresst		gedreht		ge-schliffen	gepresst					
		Schmie-rung	trocken	geölt	MoS <sub>2</sub> *	geölt	MoS <sub>2</sub> *	geölt	trocken	geölt	trocken	geölt		
Gegenläge	Stahl	blank	trocken	ge-schliffen	-	0,16	-	0,10	-	0,16	0,10	-	0,08	-
				spanend bearbeitet	0,12	0,10	0,08	0,10	0,08	-	0,10	0,08	0,08	
		galvanisch cadmiert verzinkt		spanend bearbeitet	0,10	-	0,10	-	0,10	0,16	0,10	-	-	
				0,08				-	-	0,12	0,12			
	GJ/GJB	blank		ge-schliffen	-	0,10	-	-	-	0,10 bis 0,18		0,08	-	
				spanend bearbeitet	-	0,14	-	0,10	-	0,14	0,10	0,10	0,08	-
		AIMg		spanend bearbeitet	-	0,08				-	-	-	-	

\* Molybdändisulfid

Abbildung 25: Reibungszahl  $\mu_K$  (Fürholz, 2020, S.38)

Aus obiger Abbildung wird die Reibungszahl  $\mu_K$  herausgelesen. Der Wert 0.1 wird gewählt, da die verwendete Schraube galvanisch verzinkt, spanend bearbeitet und trocken ist. Nachstehende Werte für Regelgewinde gemäss Tabellenbuch Metall, 2011, S. 204.

$$p := 1.25 \quad d_2 := 7.19 \text{ mm} \quad \mu_K := 0.1 \quad d_W := d \cdot 1.3 = 10.4 \text{ mm} \quad d_H := 9 \text{ mm}$$

$$M_A := F_{VM} \cdot \left( 0.159 \cdot p + \overline{0.577 \cdot \mu_G \cdot d_2} + \frac{d_W + d_H}{4} \cdot \mu_K \right) \quad M_A := 29.049 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### 8.2.6.7 Zulässigen Schraubenspannkkräfte

Anhand der unteren Tabelle werden die berechnete Vorspannkraft und das Anziehdrehmoment überprüft. Diese müssen mit der am Anfang ausgewählten Schraube übereinstimmen. Falls dies nicht so ist, kann eine höhere Festigkeitsklasse in Betracht gezogen werden.

Gewinde	Reibungszahl $\mu_K = \mu_G$	Maximale Vorspannkraft $F_{M \max}$ [kN]								Maximales Anziehdrehmoment $M_{A \max}$ [Nm]								Umrechnungsfaktor X
		Festigkeitsklassen nach ISO 898/1								Festigkeitsklassen nach ISO 898/1								
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9			
M4	0,08	1,3	1,74	2,17	3,48	4,6	6,8	8,0	0,63	0,84	1,05	1,68	2,3	3,3	3,9	0,50		
	0,10	1,26	1,68	2,10	3,36	4,5	6,7	7,8	0,73	0,97	1,21	1,94	2,6	3,9	4,5	0,58		
	0,12	1,22	1,63	2,04	3,26	4,4	6,5	7,6	0,82	1,09	1,37	2,19	3,0	4,6	5,1	0,67		
	0,14	1,19	1,58	1,98	3,17	4,3	6,3	7,4	0,91	1,21	1,51	2,42	3,3	4,8	5,6	0,76		
M5	0,08	2,12	2,83	3,54	5,67	7,6	11,1	13,0	1,2	1,65	2,06	3,3	4,4	6,5	7,6	0,58		
	0,10	2,06	2,74	3,43	5,48	7,4	10,8	12,7	1,4	1,9	2,4	3,8	5,2	7,6	8,9	0,70		
	0,12	2,00	2,67	3,33	5,33	7,2	10,6	12,4	1,6	2,2	2,7	4,3	5,9	8,6	10,0	0,81		
	0,14	1,94	2,59	3,23	5,18	7,0	10,3	12,0	1,8	2,4	3,0	4,8	6,5	9,5	11,2	0,93		
M6	0,08	3,00	4,01	5,01	8,02	10,7	15,7	18,4	2,1	2,8	3,6	5,7	7,7	11,3	13,2	0,72		
	0,10	2,90	3,87	4,84	7,74	10,4	15,3	17,9	2,5	3,3	4,1	6,6	9,0	13,2	15,4	0,86		
	0,12	2,82	3,76	4,71	7,53	10,2	14,9	17,5	2,8	3,7	4,7	7,5	10,1	14,9	17,4	0,99		
	0,14	2,74	3,65	4,57	7,31	9,9	14,5	17,0	3,1	4,1	5,2	8,3	11,3	16,5	19,3	1,14		
M8	0,08	5,4	7,3	9,1	14,6	19,5	28,7	33,6	5,2	6,9	8,6	13,8	18,5	27,2	31,8	0,95		
	0,10	5,3	7,1	8,8	14,2	19,1	28,0	32,8	6,0	8,0	10,0	16,1	21,6	31,8	37,2	1,13		
	0,12	5,15	6,9	8,6	13,8	18,6	27,3	32,0	6,8	9,1	11,3	18,2	24,6	36,1	42,2	1,32		
	0,14	5,0	6,7	8,3	13,4	18,1	26,6	31,1	7,5	10,1	12,6	20,1	27,3	40,1	46,9	1,51		

Gewinde	Reibungszahl $\mu_K = \mu_G$	Maximale Vorspannkraft $F_{M \max}$ [kN]								Maximales Anziehdrehmoment $M_{A \max}$ [Nm]								Umrechnungsfaktor X
		Festigkeitsklassen nach ISO 898/1								Festigkeitsklassen nach ISO 898/1								
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9			
M10	0,08	8,7	11,6	14,5	23,2	31,0	45,6	53,3	10,2	13,6	17,0	27,2	36	53	62	1,16		
	0,10	8,4	11,3	14,1	22,5	30,3	44,5	52,1	12	16,1	20,1	32,3	43	63	73	1,42		
	0,12	8,2	11,0	13,7	21,9	29,6	43,4	50,8	13,7	18,3	22,9	36,5	48	71	83	1,65		
	0,14	8,0	10,7	13,3	21,3	28,8	42,2	49,4	15,2	20,3	25,3	40,6	54	79	93	1,89		
M12	0,08	12,7	16,9	21,1	33,8	45,2	66,3	77,6	17	23	29	47	63	92	108	1,39		
	0,10	12,3	16,4	20,5	32,8	44,1	64,8	75,9	20	27	34	55	73	108	126	1,65		
	0,12	12,0	16,0	20,0	32,0	43,0	63,2	74,0	23	31	39	62	84	123	144	1,94		
	0,14	11,6	15,5	19,4	31,1	41,9	61,5	72,0	26	34	43	69	93	137	160	2,22		

Tabelle 36: Zulässigen Spannkkräfte (Fürholz, 2020, S.41)

Die berechneten Werte sind höher als die zum Anfang angenommene Schraubenwahl. Daher wird auf eine grössere Schraube tentiert, um eine erhöhte Festigkeitsklasse zu erhalten. Somit hat die Schraube M10 immer noch eine Standard Festigkeitsklasse von 8.8.

#### Festigkeitsklasse 8.8 berechnet:

- Montagevorspannkraft  $F_{VM} = 24.585 \text{ kN}$
- Anziehdrehmoment  $M_A = 29.049 \text{ Nm}$
- Sechskantschraube M8x40

#### Festigkeitsklasse 8.8 ausgewählt:

- Montagevorspannkraft  $F_{VM} = 29.6 \text{ kN}$
- Anziehdrehmoment  $M_A = 48 \text{ Nm}$
- Sechskantschraube M10x40





## 8.3 Konstruieren

Die Konstruktion der Einzelteile sowie die komplette Baugruppe folgt in einem CAD-Programm. Als CAD-Programm wurde Autodesk Inventor Professional 2021 gewählt. Im folgenden Kapitel wird eine kurze Erläuterung zu den Funktionen der einzelnen Unterbaugruppen, respektive deren Umsetzung im CAD, vorgestellt wie auch die komplette Baugruppe mit einer Explosionsdarstellung des Motorradparklifts.

### 8.3.1 Grundaufbau

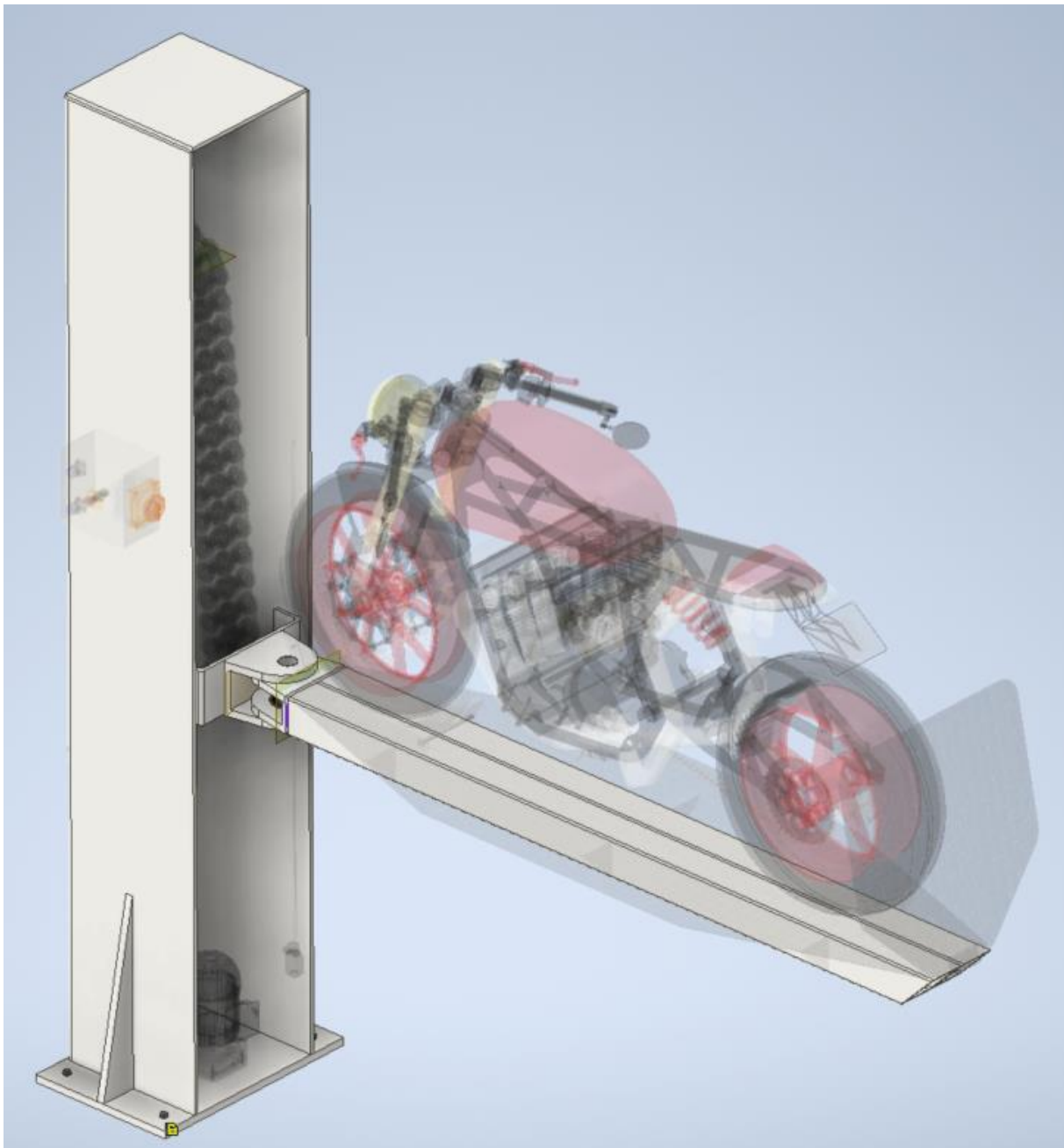


Abbildung 26: Grundaufbau Motorradparklift

Damit der Motorradparklift eine stabile Gegebenheit bietet, wird die im Vorfeld berechneten M10x40 Sechskantschrauben an der vorgesehenen Bohrung mit dem Garageboden verschraubt. Die Dimensionen von 600 x 400 x 20 mm der Grundplatte sind Erfahrungswerte und anhand der Geometrie des U-Profils angepasst worden.

Der Hauptträger ist zum einen das Gehäuse für die inneren Elemente wie auch eine Teilaufnahme der Belastungen des Motorrads. Zudem wurde das U-Profil mit der Grundplatte sowie dem Deckel verschweisst. Durch einen Überlegungsfehler musste die Länge auf 2'500 mm erweitert werden, da der elektrischen Zylinder bis zu 2'000 mm Fahrbereich hat und die ersten 0 mm bis 1'000 mm das Gehäuse des Zylinders sind. Damit das Motorrad dennoch eine Hubhöhe von 1'500 mm erreichen kann, musste wegen den Rollenketten mehr Platz geschaffen werden.

Bei der Rotationsachse wurde ein Bolzen sowie zwei Rillenkugellager und zwei Flanschs verwendet. Der Bolzen ist das Verbindungsstück zwischen den beiden Flanschen und wird mit den Rillenkugellagern aufgeschraubt. Die Rillenkugellager sorgen für eine verstellbare Achse. Damit ist der Motorradparklift im Stande, die Auflagefläche um 180° zu drehen. Zudem wurde der Motorradparklift gegen das Drehen der Rotationsachse gesichert und erhält so eine sichere Grundposition bei einer Ausführung der Hubbewegung. Dies wurde mit einem Positionierstift  $\varnothing 10 \times 50$  mm gelöst und ist mit beiden Flanschen verbunden.

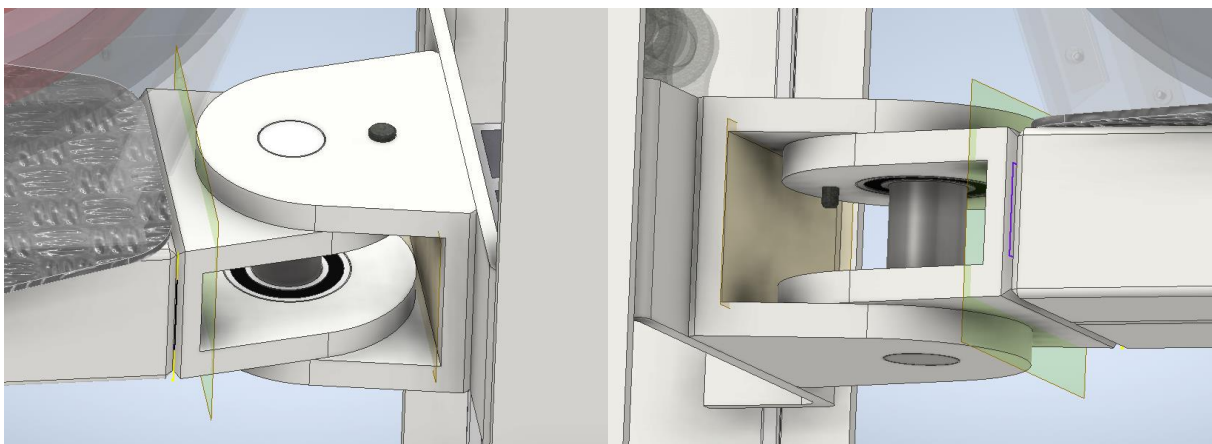


Abbildung 27: Rotationsachse Oben

Abbildung 28: Rotationsachse Unten

Die Auflagerträger sind auf 2'000 mm gekürzt worden, da es für das Motorrad eine ausreichende Fläche bietet. Zudem sind Überdimensionierungen zu vermeiden, um so die Kosten tief zu halten. Die zwei Vierkantrohre werden miteinander verschweisst und anschliessend an den Flansch geschweisst. Für eine perfekte Schweissnaht und hohe Stabilität wurde eine Schweissfuge aus zweimal 5 mm Facette berücksichtigt.

### 8.3.2 Antriebs- und Übertragungselemente

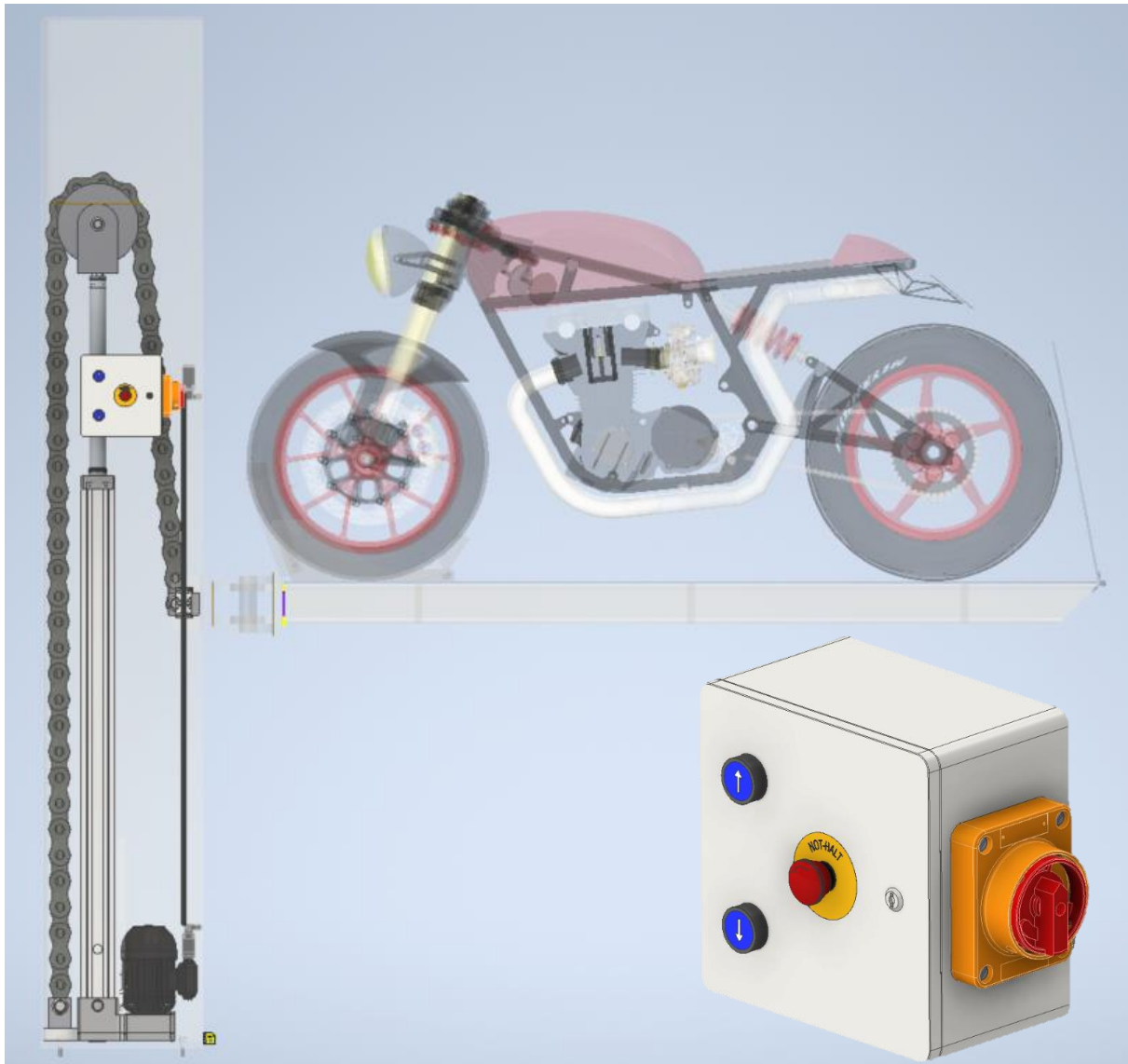


Abbildung 29: Antriebs- und Übertragungselemente

Abbildung 30: Steuerkasten

Mit dem Elektromotor wird der Motorradparklift überhaupt in Bewegung gesetzt, denn er sorgt für den Antrieb des elektrischen Zylinders. Der Elektromotor wird über den Steuerkasten angesteuert und erhält den Strom. Der Steuerkasten treibt nebst dem Elektromotor verschiedene Sensoren an. Weiter wurde die ganze Elektronik über den Steuerkasten geführt. Mit den zwei Drucktasten kann das Motorrad nach oben und unten befördert werden. Aus Sicherheitsgründen wurde zudem eine Notaus-Taste eingebaut, die Verletzungen oder Kollisionen vermindern soll. Der Strom wird vom Netz bezogen und kann über den Hauptschalter in den Kreislauf des Motorradparklifts einfließen.

Wie schon erwähnt, führt der elektrische Zylinder die Hubbewegung aus. Der Zylinder wird an den vorgesehenen Bohrungen mit der Grundplatte verschraubt. Ausgestattet mit einer Umlenkrolle werden die Rollenketten sauber geführt, wenn der Zylinder eine Hubbewegung generiert. Die Umlenkrolle besitzt ein Gleitlager aus Rotguss (Bronze).

Mit einer Sechskantschraube M18 x 210 mm und einer Hutmutter wird die Umlenkrolle befestigt und läuft über die Büchse ab. Die Umlenkrolle ist über ein Gewinde an der Zylinderstange montiert. Damit die Rollenketten die Bewegung des Zylinders übertragen können, sind diese an einem Kettenanker und einem Kettenhalter befestigt worden. Die beiden Befestigungen sind wiederum an einer Sechskant-schraube M16 x 160 mm und an einer Hutmutter zum Kontern verschraubt. Der Kettenhalter wurde an den Winkel geschweisst und der Kettenanker ist mit dem Zug-Druckkraftsensor verschraubt.

Um eine reibungslose Bewegung zu garantieren, sind auf jeder Seite des Hauptträgers eine Führungsschiene montiert. Somit wird die Kraftübertragung auf den Auflageträger gleichmässiger übertragen. Zusätzlich ist der Winkel mit zwei Führungsplatten versehen. Dadurch dass die Führungsplatte über vier Rollen an der Führungsschiene befestigt ist, hängt die Konstruktion nicht lose in der Luft. Die Führungsschiene sowie die Führungsplatte sind mit den dazugehörigen Schrauben befestigt worden.



Abbildung 31: Kettenanker am Zug-Druckkraftsensor

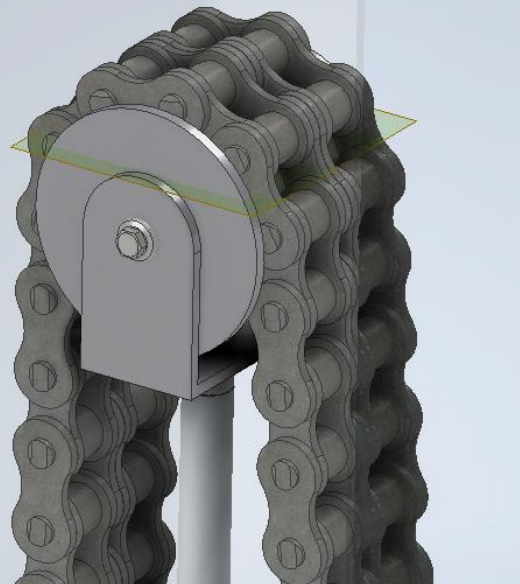


Abbildung 32: Umlenkrolle

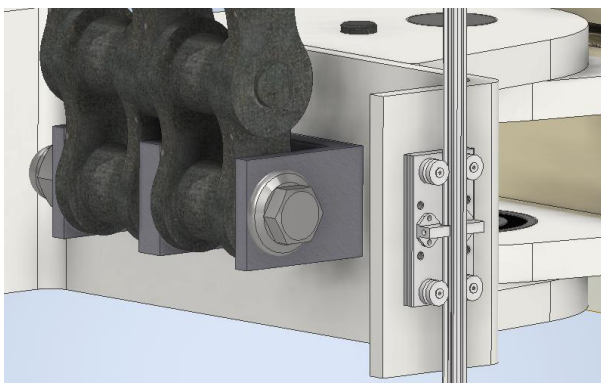


Abbildung 33: Kettenhalter

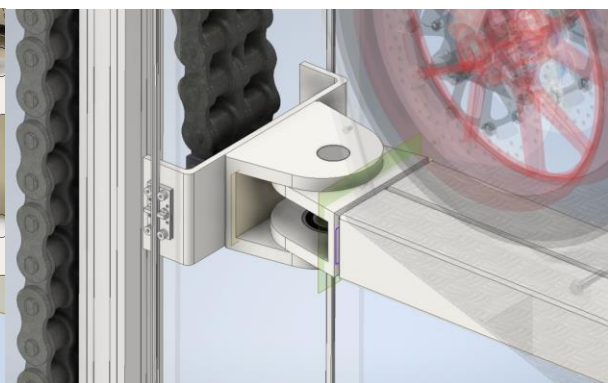


Abbildung 34: Führungsschiene | Führungsplatte

### 8.3.3 Sensoren

Auf der Grundplatte befindet sich der Zug-Druckkraftsensor. Er überwacht das maximale Gewicht von 300 kg und wird mit drei Schrauben befestigt. Mit den Endschaltern wird der Verfahrbereich abgegrenzt. Bei einem Anfahren der Rollen wird ein Signal ausgelöst. Damit wird der Befehl vom elektrischen Zylinder gestoppt und ein Überschreiten des Verfahrbereichs verhindert. Es existieren zwei Endschalter, die je den oberen und unteren Bereich definieren.

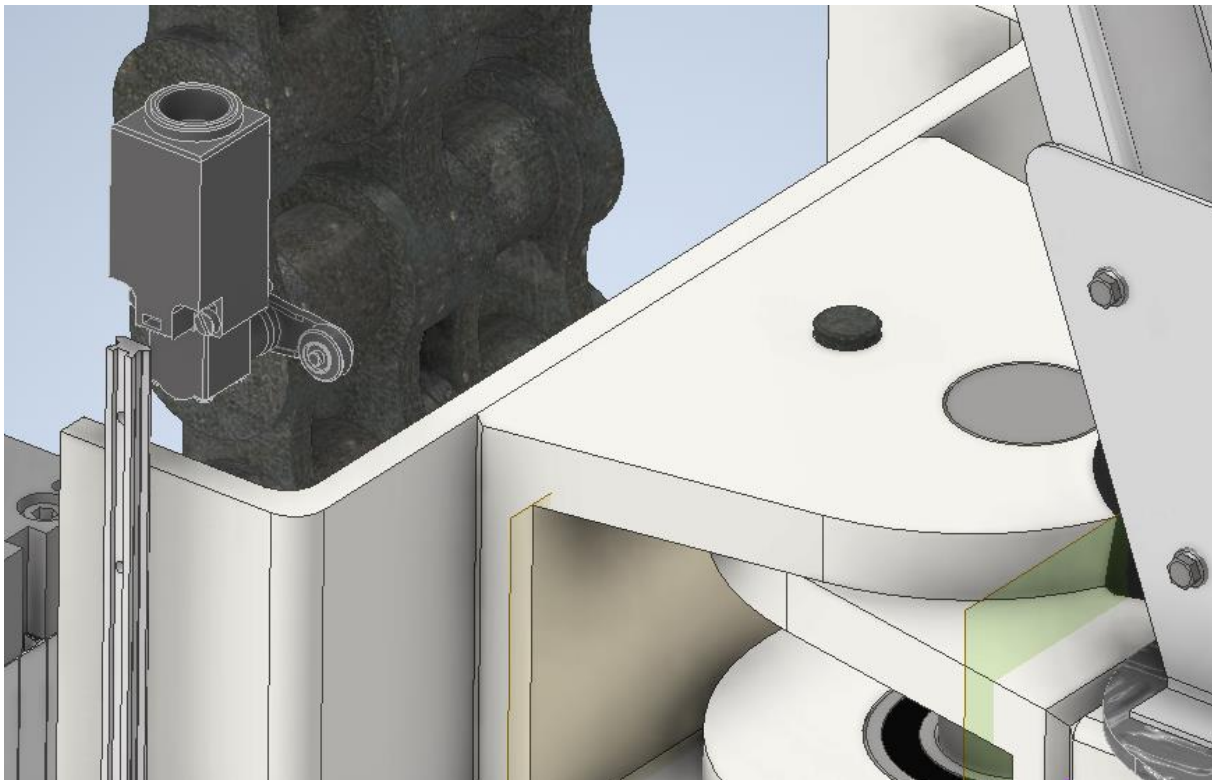


Abbildung 35: Endschalter Position

### 8.3.4 Anwendung des Motorradparklifts

Nach einer tollen Tour bei schönem Wetter kann das Motorrad jetzt ganz schnell und einfach in die Garage gestellt werden. Als erstes muss der Motorradparklift  $90^\circ$  gedreht und dann anschliessend ganz nach unten gefahren werden. Um das Motorrad auf die Auflagefläche schieben zu können, wird vorerst die Rampe nach unten bzw. auf den Boden geklappt. Jetzt kann das Motorrad ganz einfach bis zur Vorderradwippe auf die Rampe gestossen werden und das Motorrad hält ähnlich wie bei einem Fahrradständer. Dann kann das Motorrad mit dem Motorradparklift wieder nach oben auf die gewünschte Höhe gebracht werden. Anschliessend wird es in die Grundposition gedreht. Somit ist das Motorrad mit einem geringen Aufwand perfekt über einem zweiten Motorrad oder Auto parkiert.



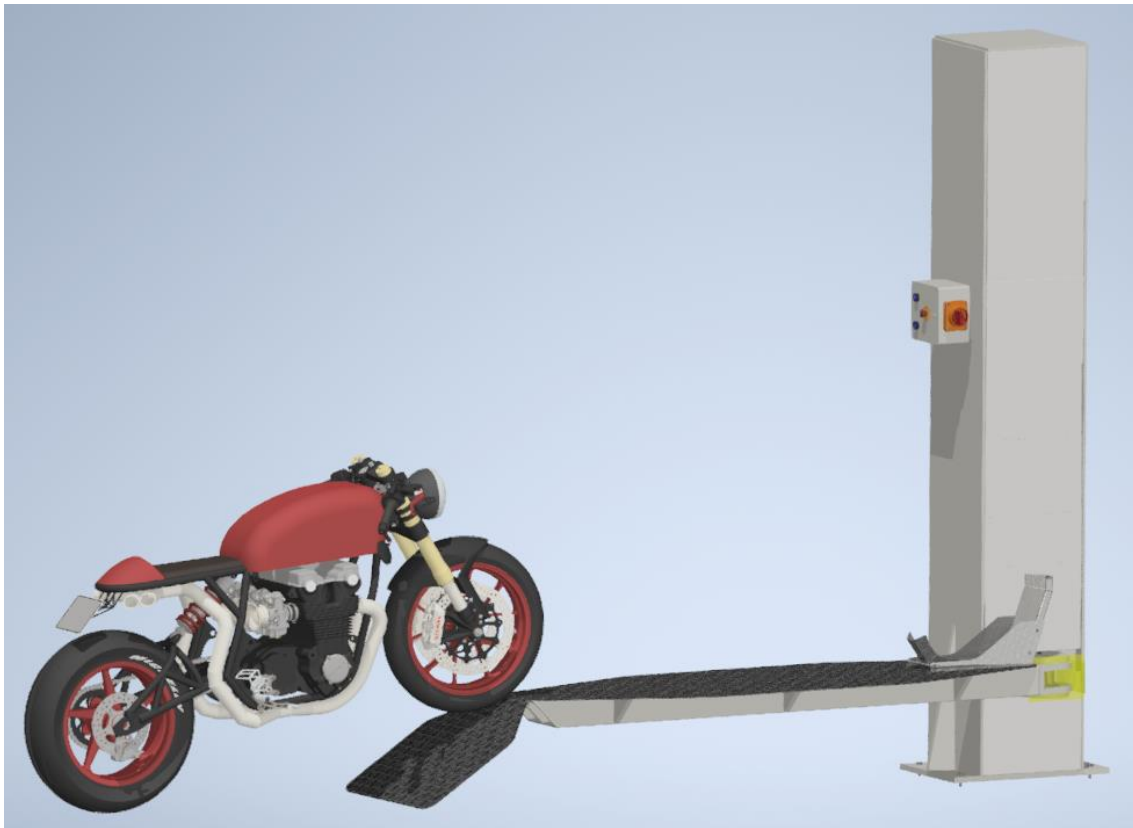


Abbildung 36: *Motorrad Aufladen*

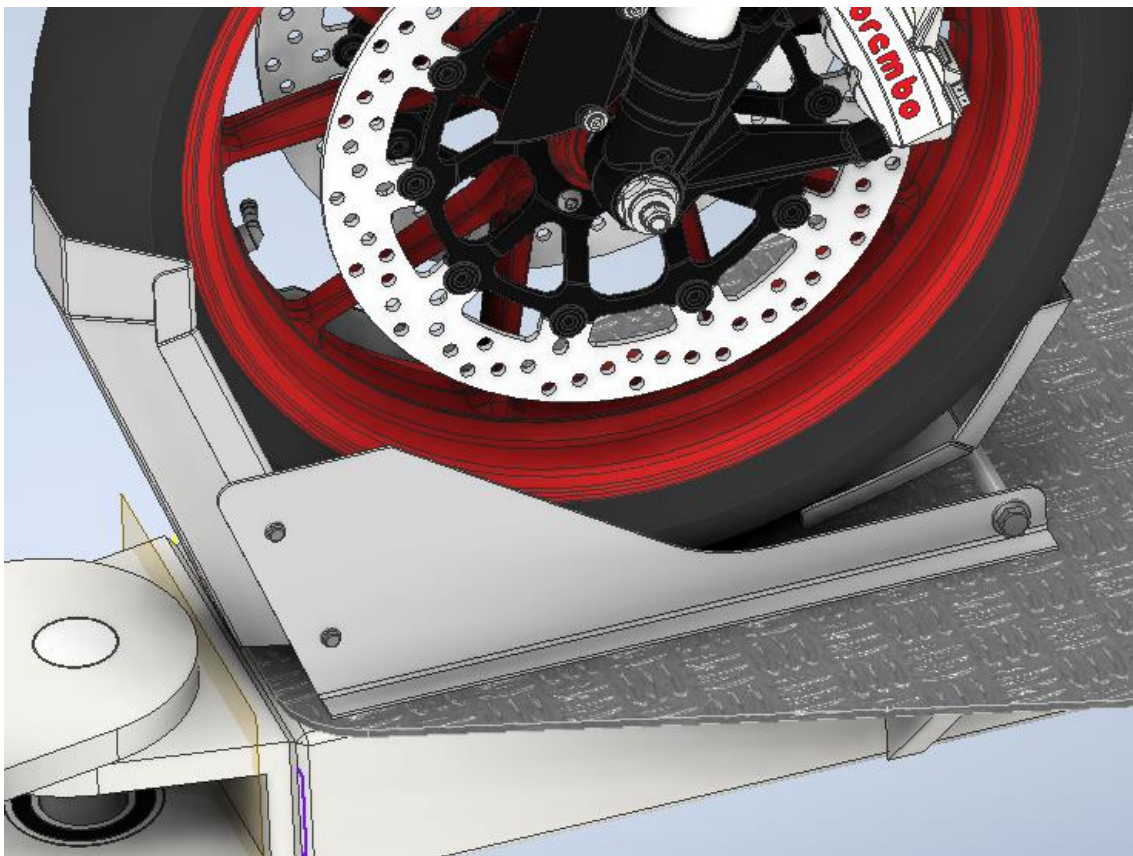


Abbildung 37: *Motorrad Befestigen*

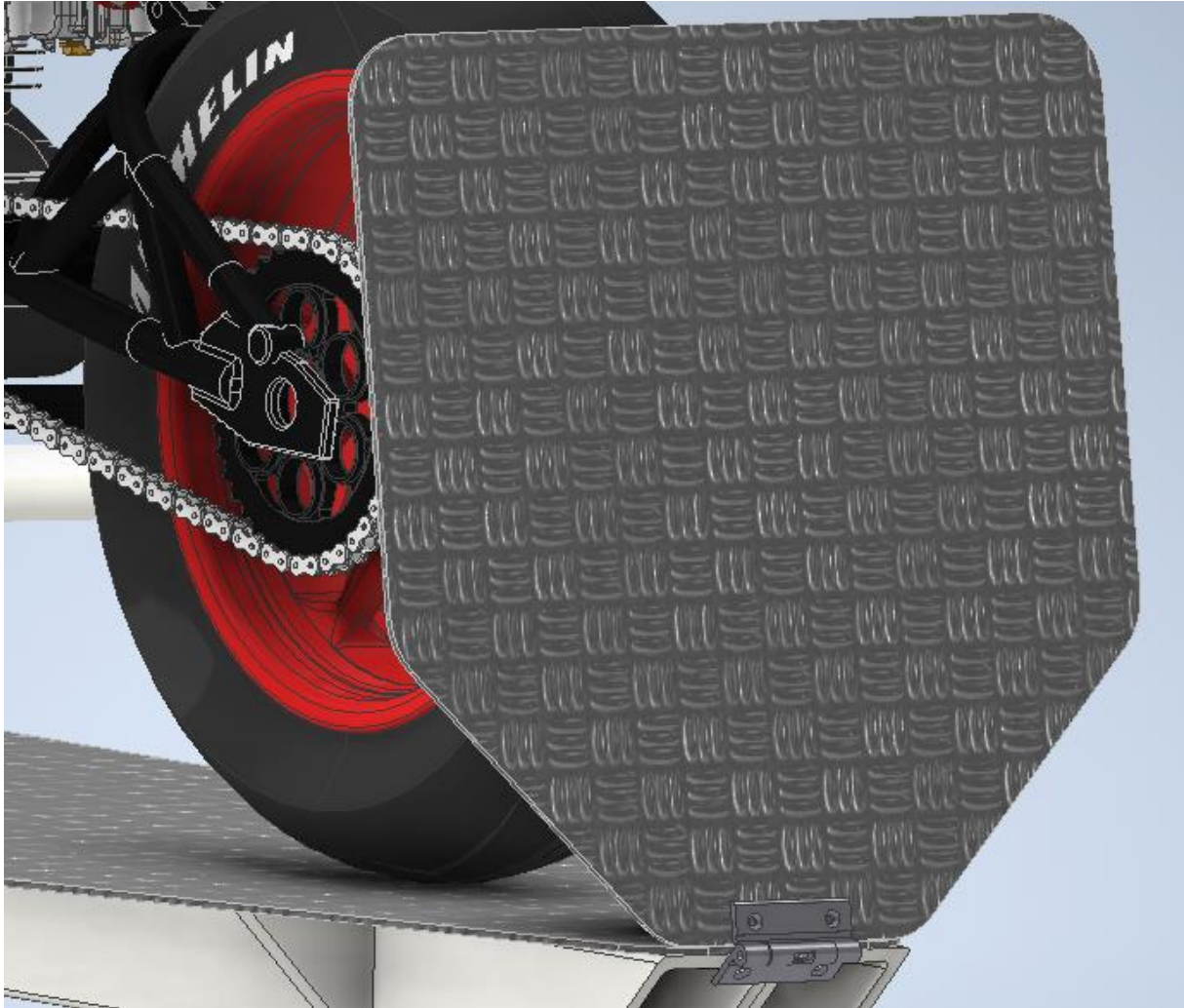


Abbildung 38: Rampe Einklappen

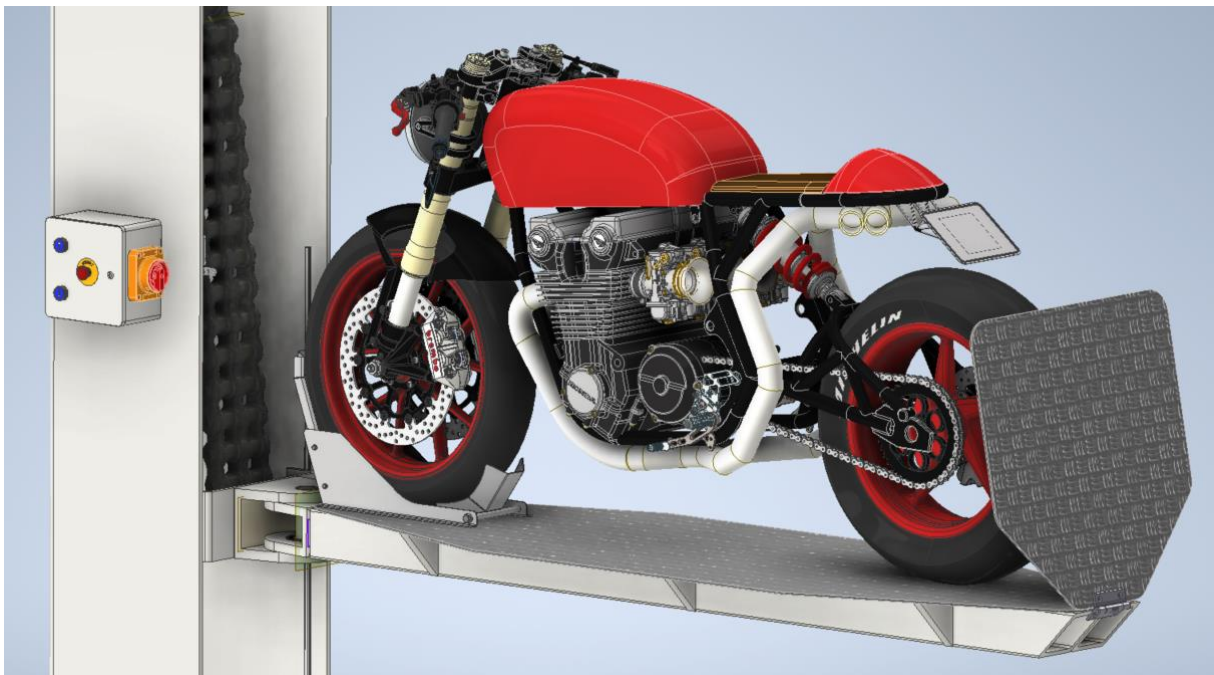


Abbildung 39: Motorrad parkiert

## 8.4 Elektroschema

Das Elektroschema oder auch der Elektroplan soll aufzeigen, wie das ganze System aufgebaut ist. Somit können anhand der Pläne die Kabel mit den richtigen elektrischen Einbauelementen zusammengesteckt werden. Zudem gibt es die Erklärung zum Aufbau des Schemas sowie zu den Funktionen der einzelnen elektrischen Einbauelemente. Mit den Informationen in diesem Kapitel soll es möglich sein, den Motorradparklift funktionstüchtig zu machen.

### 8.4.1 Abkürzungsbeschreibung

Abkürzung	Bezeichnung	Abkürzung	Bezeichnung
LS	Leistungsschalter	S1	Taster nach oben
SH	Hauptschalter	S2	Taster nach unten
SO	Not-Aus Schalter	S3	Endschalter oben
T1	Transformator	S4	Endschalter unten
K1	Relais Gewichtsüberwachung	FU	Frequenzumrichter
K2	Schütz Rechtslauf	SK	Steuerungskasten
K3	Schütz Linkslauf	Z1	Zug-Druckkraftsensor

Tabelle 37: Abkürzungsbeschreibung

### 8.4.2 Schemaplan | Darstellungszeichnung

Ein Schemaplan hat die wichtige Funktion, Schaltungen und Regelungen für Signale aufzuzeigen, um zu wissen, welche Elektroelemente mit den Kabeln verbunden werden müssen. Generell gibt es verschiedene Softwares, mit denen die elektrischen Zeichnungen erstellt werden können, wie z.B. Electrical Toolset von AutoCad. Die Anschaffungskosten solch einer Software sind jedoch sehr hoch, daher wurde der Schemaplan auf Microsoft Office Word gezeichnet.

Die Darstellungszeichnung soll helfen, eine bildliche Anordnung im Steuerungskasten vor Augen zu führen. Zudem kann dies behilflich sein, sich im Klaren zu werden, welche Grösse des Steuerungskastens für diese Anwendung ausreicht. Nebst der Darstellung der Elektroelemente wird die Anzahl sowie die Verkabelung der einzelnen Klemmen ersichtlich. Die Darstellungszeichnung wurde ebenfalls im Microsoft Office Word erstellt. Erwähnenswert ist zudem, dass die Dimensionen der Elektroelemente in der Darstellungszeichnung der ungefähren Grösse entsprechen.

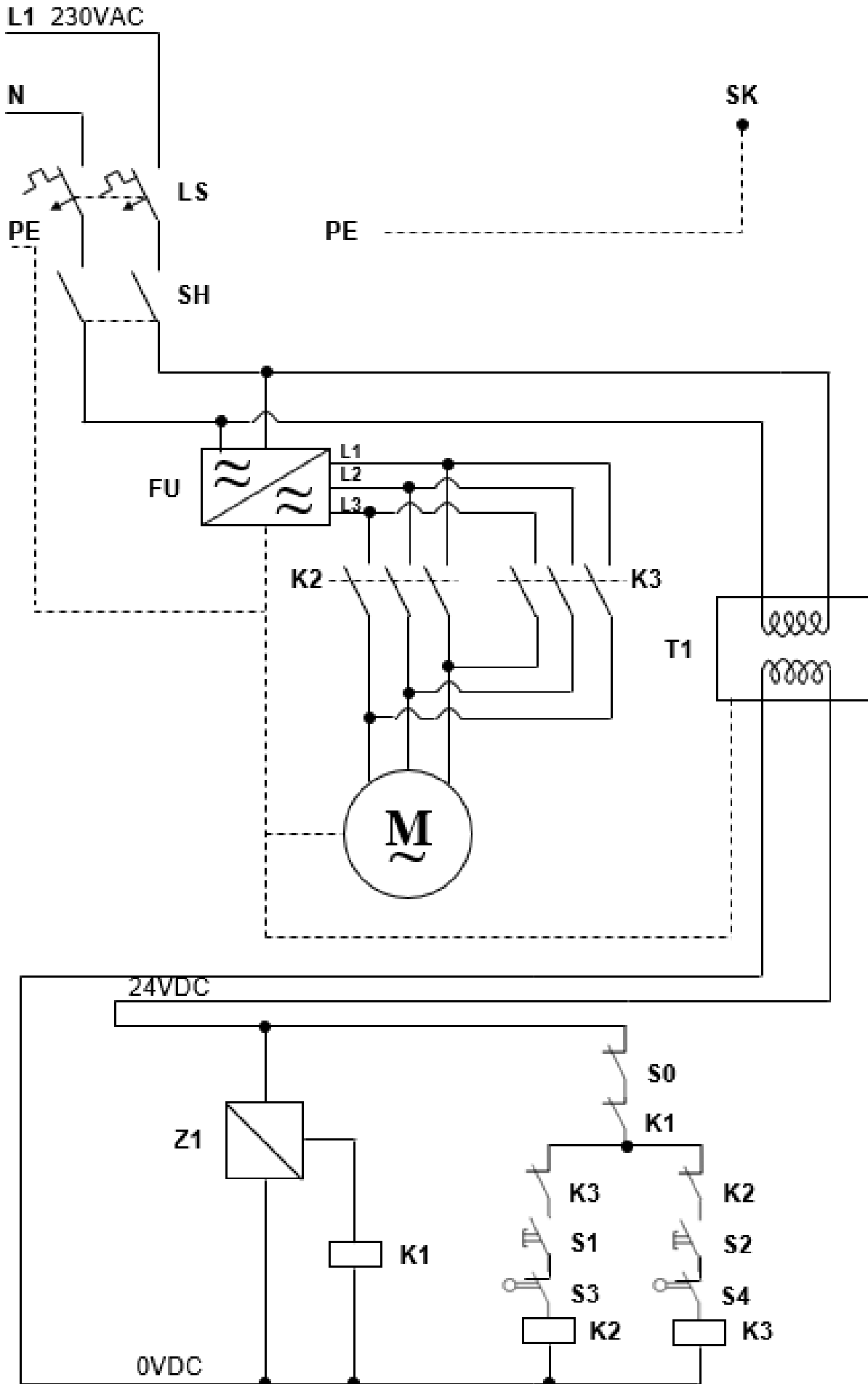


Abbildung 40: Schemaplan

Die ersten drei Eingänge bzw. Ausgänge sind die Speisung aus der Steckdose L1 (Positivleiter), N (Neutralleiter) und PE (Erdungsleiter). Davon gehen die Leiter L1 und N zu einem Leistungsschalter. Der Hauptschalter wurde direkt danach eingebaut, um die ganze Steuerung ein- oder auszuschalten. Wichtig zu erwähnen ist, dass alle Funktionsteile wie Schalter oder Regler nicht mehr als 1 Ohm erzeugen dürfen. Das ist gesetzlich vorgeschrieben und sichert, dass der Bediener keinen Stromschlag erhält. Daher wurde auch der Steuerungskasten SK geerdet. Für den FU wurde ein Steuerungskasten von Mitsubishi Modell FR-D700 Series genommen, weil der Frequenzumrichter von Mitsubishi eine Spannung bis zu 240 V hat und somit genügend Leistung aushält. Zudem ist der Preis / Leistungsvergleich mit anderen Herstellern sehr beeindruckend. Um nicht von verschiedenen Herstellern beziehen zu müssen, wurde auch der Transformator von Mitsubishi gewählt. Wie erwähnt, erfolgt die Speisung aus der Steckdose. Somit existiert ein 230 V Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hz. Die Frequenz vom Netz muss für den Elektromotor heruntergebrochen werden, damit die Geschwindigkeit sowie die Beschleunigung das gewünschte Ergebnis haben. Dies geschieht mit dem Frequenzumrichter FU. Die Spannung von 230 V aus dem Netz müssen für diverse Schalter, Relais und Schützen auf 24 V delegiert werden. Dafür wird ein Transformator T1 verwendet, der durch zwei verschiedene Anzahl Spulen für die Aufwicklungen, die passende Spannung generiert.

Damit der elektrische Zylinder, der mit dem Elektromotor verbunden ist, eine Auf- oder Abwärtsbewegung macht, wurde beim Asynchronmotor zwei Pole vertauscht. Um es zu verdeutlichen: Bei den Polen L1, L2 und L3 (beim Asynchronmotor U, V und W) strömt der Strom bei einer Betätigung der Taste S2 über den Schütz K2. Entsprechend dreht der Elektromotor rechtsherum und der elektrische Zylinder fährt nach unten. Bei einem Signal der Taste S1 geht der Strom durch den Schütz K3 und der Elektromotor dreht sich linksherum bzw. der elektrische Zylinder fährt nach oben. Bei einer genaueren Betrachtung des Schemaplans ist ersichtlich, dass zwei Pole vom Schütz K3 anders den Elektromotor ansteuern als der Schütz K2. Mit dieser Verknüpfung kann die Drehrichtung also bestimmt werden. Dabei spielt es keine Rolle, welche zwei der drei Polen gewechselt werden. Ein wichtiger Faktor, der zudem berücksichtigt wurde, um ein Kurzschluss zu verhindern, ist, dass die Betätigung beider Tasten S1 und S2 gleichzeitig nicht möglich ist bzw. nicht zwei elektrische Signale ausgelöst werden. Daher wurde die Schaltung so konzipiert, wenn z.B. bei einer Betätigung der Taste S1, das vorgeschaltete Relais K2 ein Signal zum Öffner (Schalter K2) gesendet wird und der Kreislauf der Taste S2 so unterbricht.

Die eingebauten Sensoren sind mit dem anderen Schalter und Relais UND-verknüpft. Dadurch wird die Stromdurchfuhr unterbrochen, sobald einer der Sensoren ein Signal erhält und somit auch schaltet. Bei den Endschaltern S3 und S4 wird das Signal ausgelöst, wenn der obere oder untere Verfahrbereich überschritten wurde. Der Zug-Druckkraftsensor Z1 ist so aufgebaut, dass er bei einer Überschreitung von 300 kg mechanisch abschaltet und den Stromkreislauf unterbricht. Der Not-Aus Schalter wurde auch in die UND-Verknüpfung geschaltet.

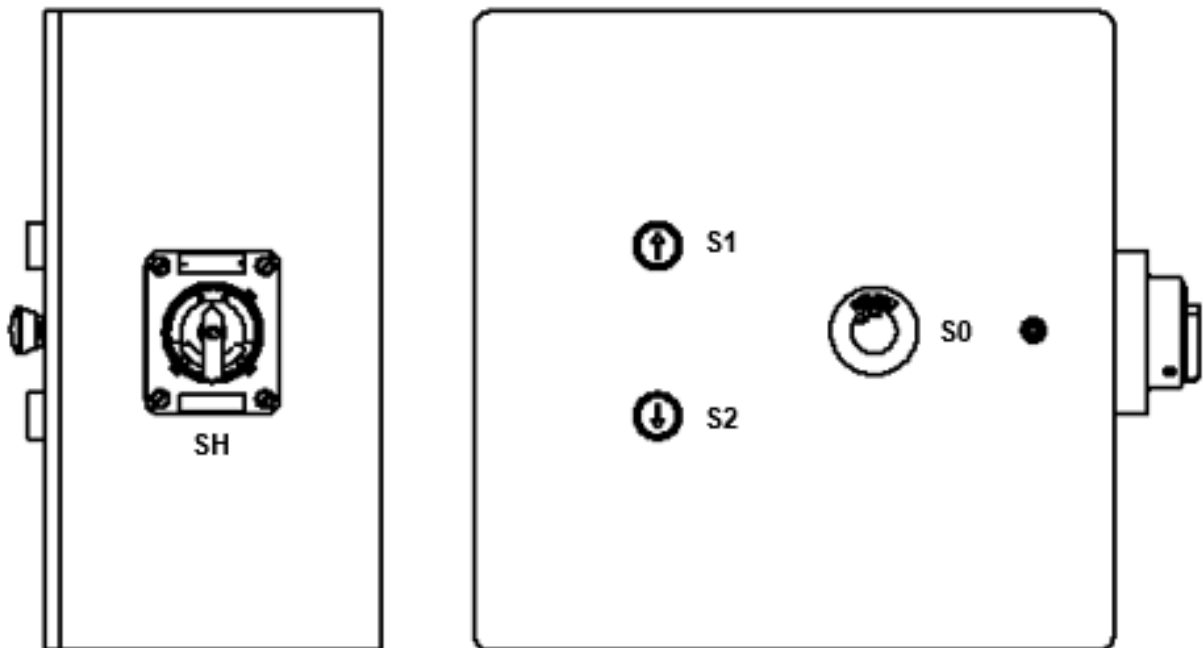
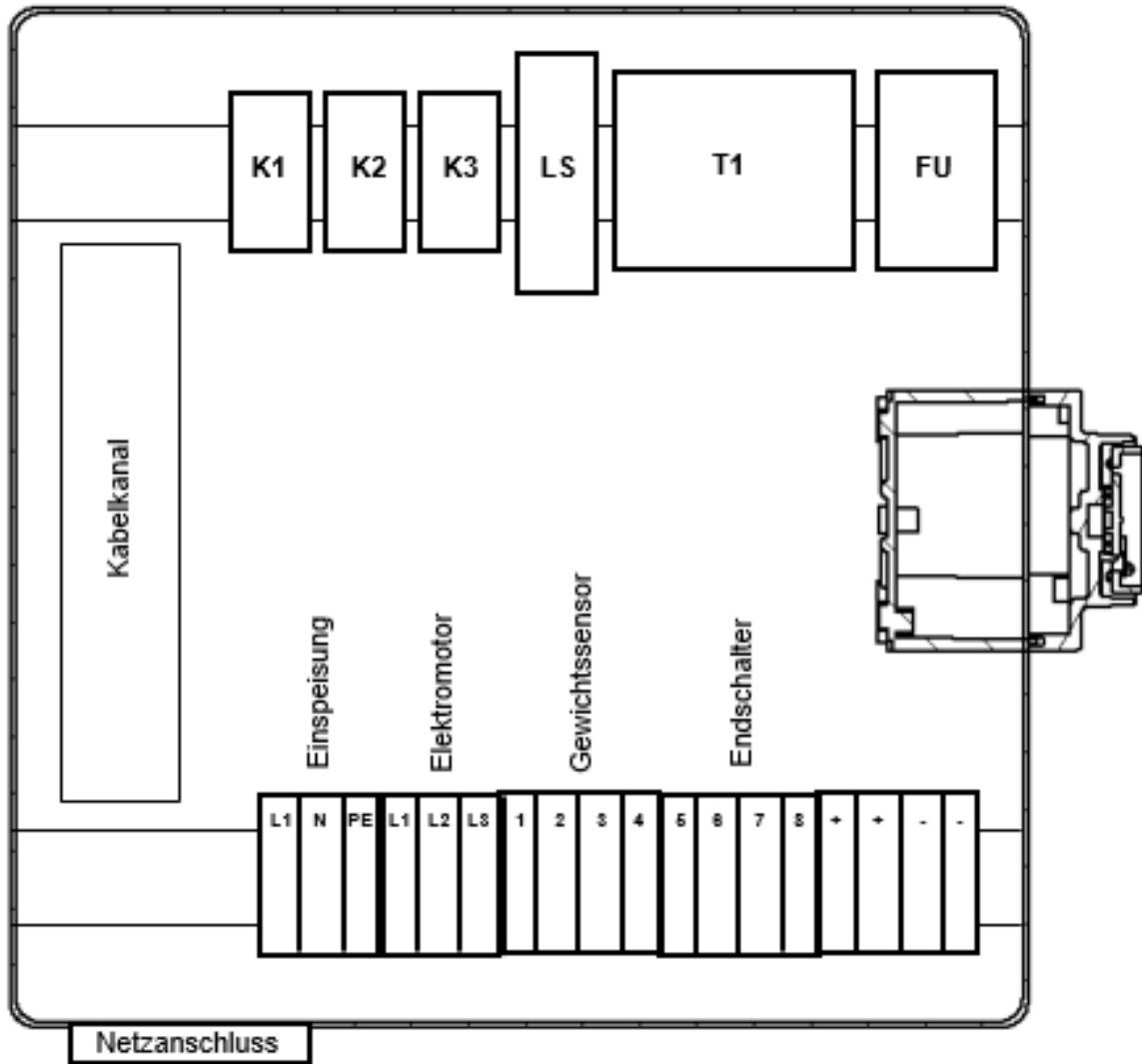


Abbildung 41: Darstellungszeichnung

## 9 Kontrollieren

Damit nach den Berechnungen sowie der Konstruktion keine Fehler entstehen, werden die einzelnen Komponente nochmals unter die Lupe genommen. Konkret bedeutet dies, dass man die Finite-Elemente-Methode (FEM) in den Nachberechnungen anwendet. Anschliessend werden allfällige Änderungen, die sich aus dem FEM ergeben haben, vorgenommen. Zudem wird die Konstruktion und die Funktionsweise nochmals genau angeschaut, und überprüft.

### 9.1 Nachberechnungen FEM

Das FEM ist eine Methode der finiten Elemente und ist ein allgemeines, bei unterschiedlichen physikalischen Aufgabenstellungen angewendetes, numerisches Verfahren. Am bekanntesten ist die Anwendung der FEM bei der Festigkeits- und Verformungsuntersuchung von Festkörpern mit geometrisch komplexer Form, weil sich hier der Gebrauch der klassischen Methoden als zu aufwändig oder nicht möglich erweist. Jedoch ist zu erwähnen, dass dieses Verfahren mit Vorsicht zu behandeln ist. Da gewisse Geometrien und Formen nicht der Wirklichkeit entsprechen, sollten sie daher mit der klassischen Berechnungsart überprüft werden. Für diesen Anwendungsfall reicht dann ein FEM zur Überprüfung völlig aus.

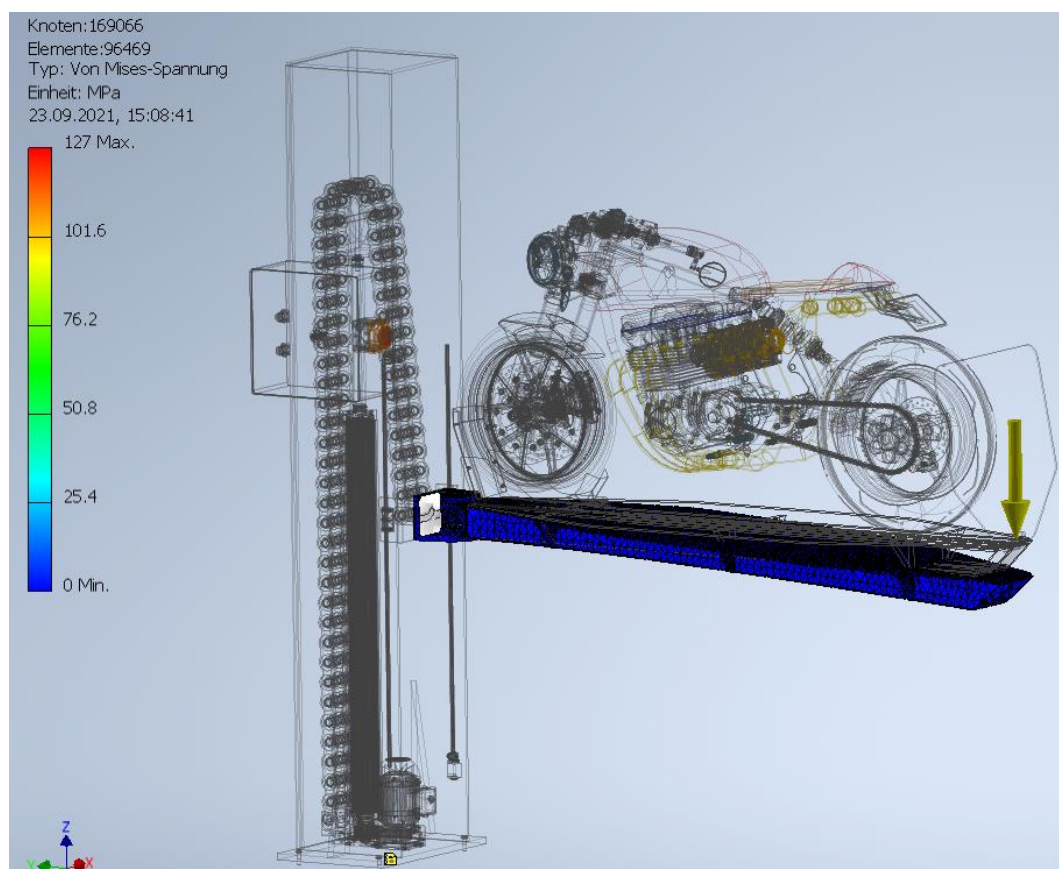


Abbildung 42: FEM Mises-Spannung

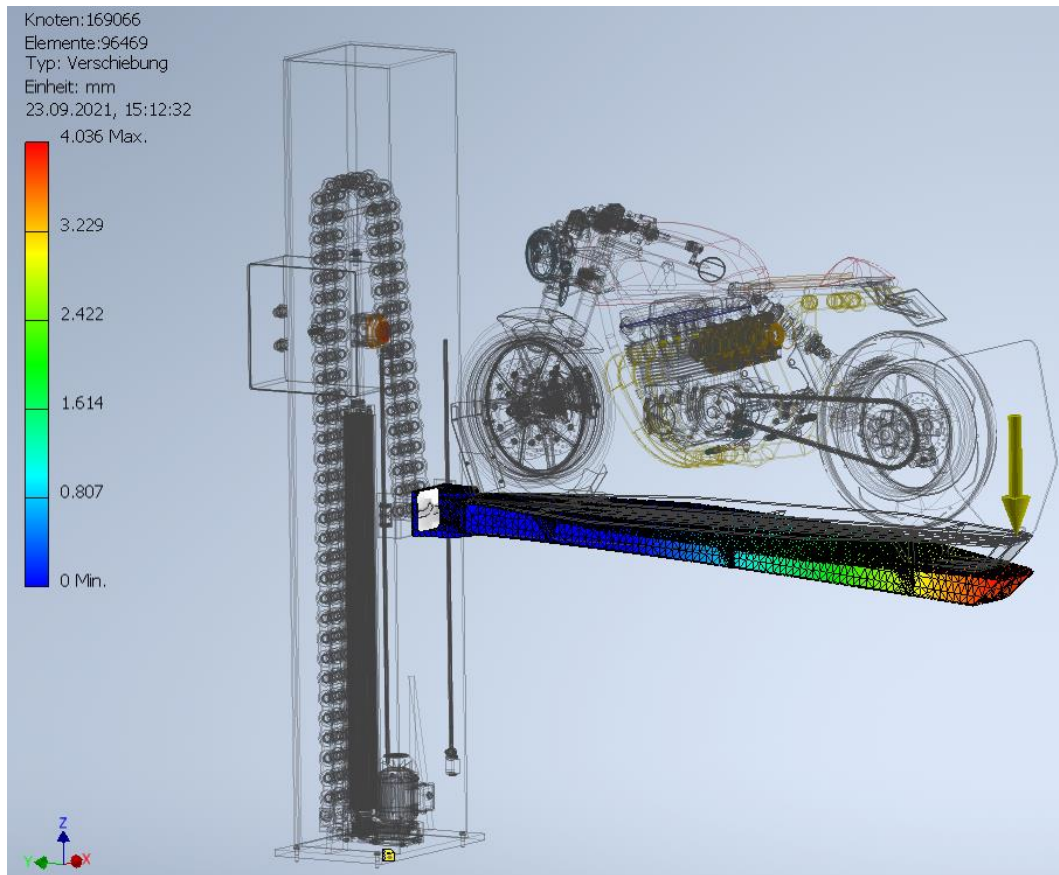


Abbildung 43: FEM Verschiebung

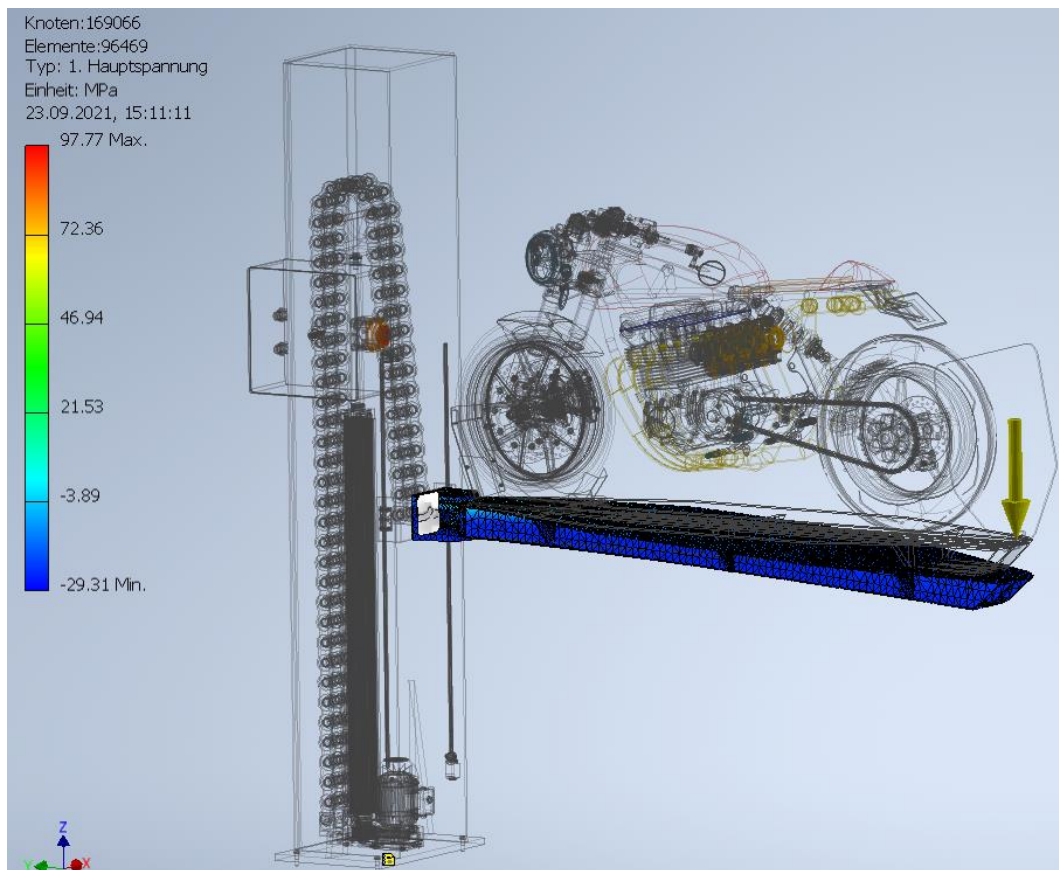


Abbildung 44: FEM Hauptspannung



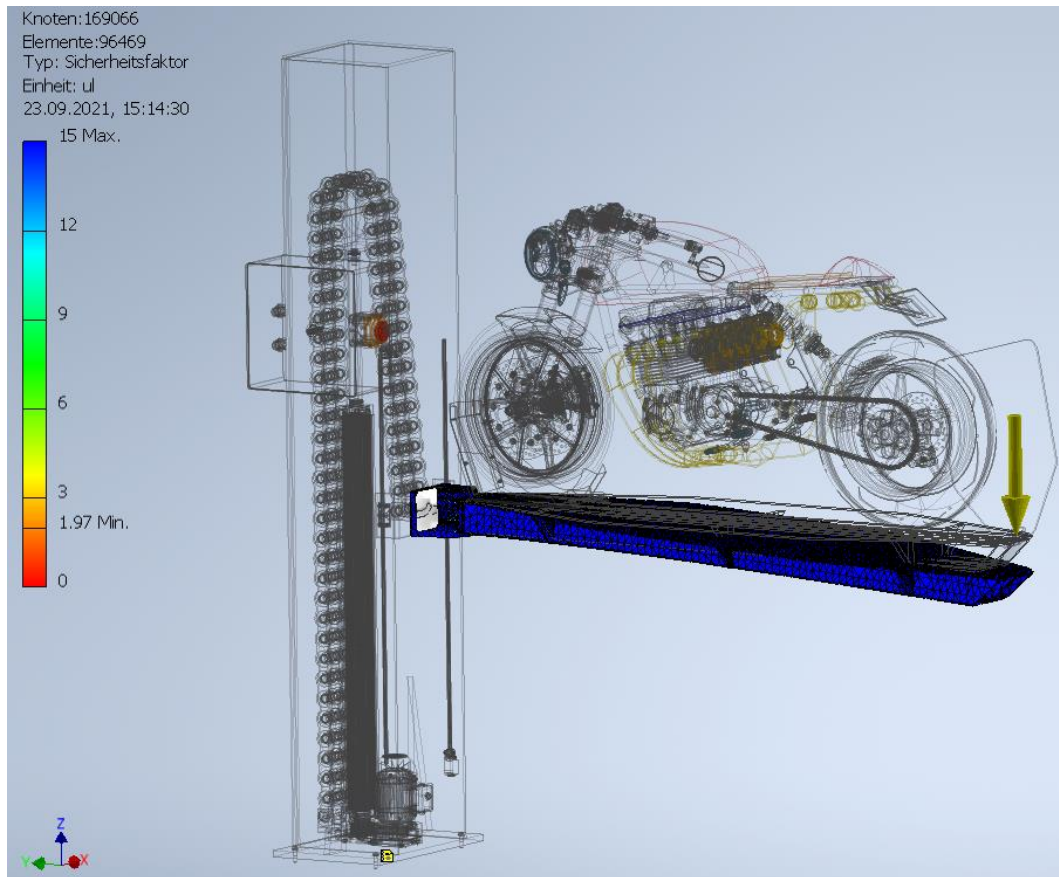
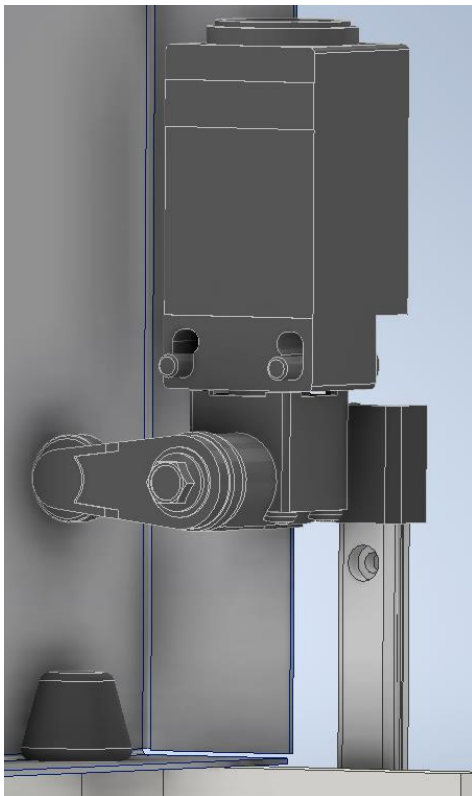


Abbildung 45: FEM Sicherheitsfaktor

Im FEM wurde insbesondere der Auflageträger mit den zwei Flanschs und den dazu gehörigen Komponenten geprüft. Die anderen Bauteile sowie Einkaufteile sind für die vorhandenen Kräfte und Belastungen ausgelegt worden. Daher ist keine Überprüfung im FEM nötig. Weiter ist der Hauptträger im Kapitel 8.2.5 für eine mehr als genügende Belastung dimensioniert worden.

Entsprechend wurde der komplette Auflageträger im FEM auf vier Anwendungsfälle geprüft. In der Abbildung 42 wird der Träger auf Mises-Spannung untersucht. Zugleich ist die Mises-Spannung das am häufigsten im Maschinenbau genutzte Verfahren und eignet sich besonders für die Gestaltänderungsenergiehypothese (GEH). Es ist zu erkennen, dass die Spannung sehr gering ist und es somit eigentlich überdimensioniert ist. Diese Überdimensionierung ist in der Hauptspannung Abbildung 44 auch zu erkennen. Der Sicherheitsfaktor (Abbildung 45) liegt ca. beim 14-Fachen. Somit könnte man aus diesen Erkenntnissen beschliessen, den Träger kleiner zu machen. Jedoch in der Abbildung 43 ist klar zu erkennen, dass die Durchbiegung am äussersten Kantenende eine Verschiebung um die 4 mm hat. Daher kann und wird der Auflageträger nicht verändert, um die Stabilität des Motorradparklifts nicht zu gefährden. Aus dem Kapitel 8.2.2 und den vorliegenden FEM Ergebnisse kann gesagt werden, dass die Bauelementen den Belastungen standhalten und mit den bereits vorgelegten Berechnungen übereinstimmen. Daher muss keine Veränderung in der Konstruktion seitens FEM gemacht werden.

## 9.2 Nachkonstruktion



Um die Konstruktion noch zu verfeinern, wurde ein Gummizapfen an jedem Endschalter hinzugefügt. Deren Aufgabe besteht darin, sich nicht mit der Teleskopabdeckblech zu kollidieren und somit eine sanfte Abgabe des Signals über die Endschalter. Zudem soll der Gummizapfen den Verschleiss des Endschalters minimieren.

In der Nachkonstruktion wurde zusätzlich an jedem Ende der Führungsschiene ein mechanischer Endpuffer montiert. Denn er hat die wichtige Funktion, den Verfahrbereich abzusichern, wenn der Endschalter versagt. Grund des möglichen Versagens ist oft eine schlechte Wartung der Maschine. Dann sammelt sich Dreck oder Staub auf dem Schalter, was verhindert, dass der Schalter ein Signal an den Steuerkasten abgibt. Bei jeder komplexen Maschine gibt es einen elektronischen sowie einen mechanischen Endschalter.

Abbildung 46: Gummizapfen | Endpuffer

Da die Elektroelemente wie z.B. der Frequenzumrichter und auch die Klemmen mehr Platz als gedacht beanspruchen, wurde für einen grösseren Steuerkasten bzw. Elektrokasten, der mehr Platz bietet, entschieden. Somit ist die neue Grösse des Elektrokasten 400 x 400 x 200 mm.

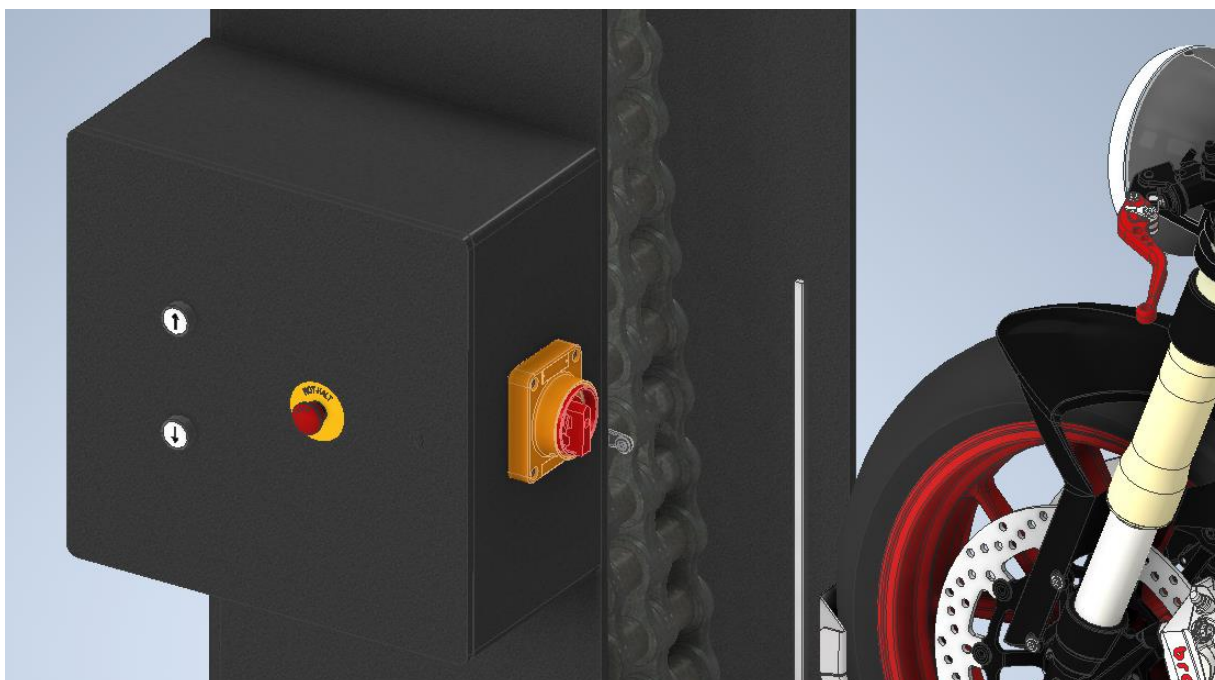


Abbildung 47: Steuerkasten Neu



## 10 Endergebnis

Aus den bisherigen Kapiteln, kann nun das Endergebnis zusammengestellt und präsentiert werden. Es wird daher eine Abbildung des Gesamtaufbaus, Explosionszeichnung, Bauteilliste sowie die komplette Zeichnung von dem Motorradparklift gezeigt. Zudem wird es eine kurze Erläuterung zu dem Prototyp geben.

### 10.1 Gesamtaufbau

Der Motorradparklift hat in dieser Konfiguration eine gesamte Aufstellfläche von 3'000 x 700 mm und eine Höhe von 2'500 mm. Nach CAD bringt die Baugruppe ein Gewicht von knapp 557 kg auf die Waage (Motorrad ausgenommen). Das schwarze Design wurde gewählt, da es eine stylische sowie Schmutz unempfindlich Farbe aufweist. Zudem wurden zwei Teleskopabdeckungen montiert und dienen als Schutz gegen Verletzungsgefahr und soll die Vorrichtung optisch Ansprechender machen.



Abbildung 48: Motorradparklift Komplett

## 10.2 Komplette Zeichnung

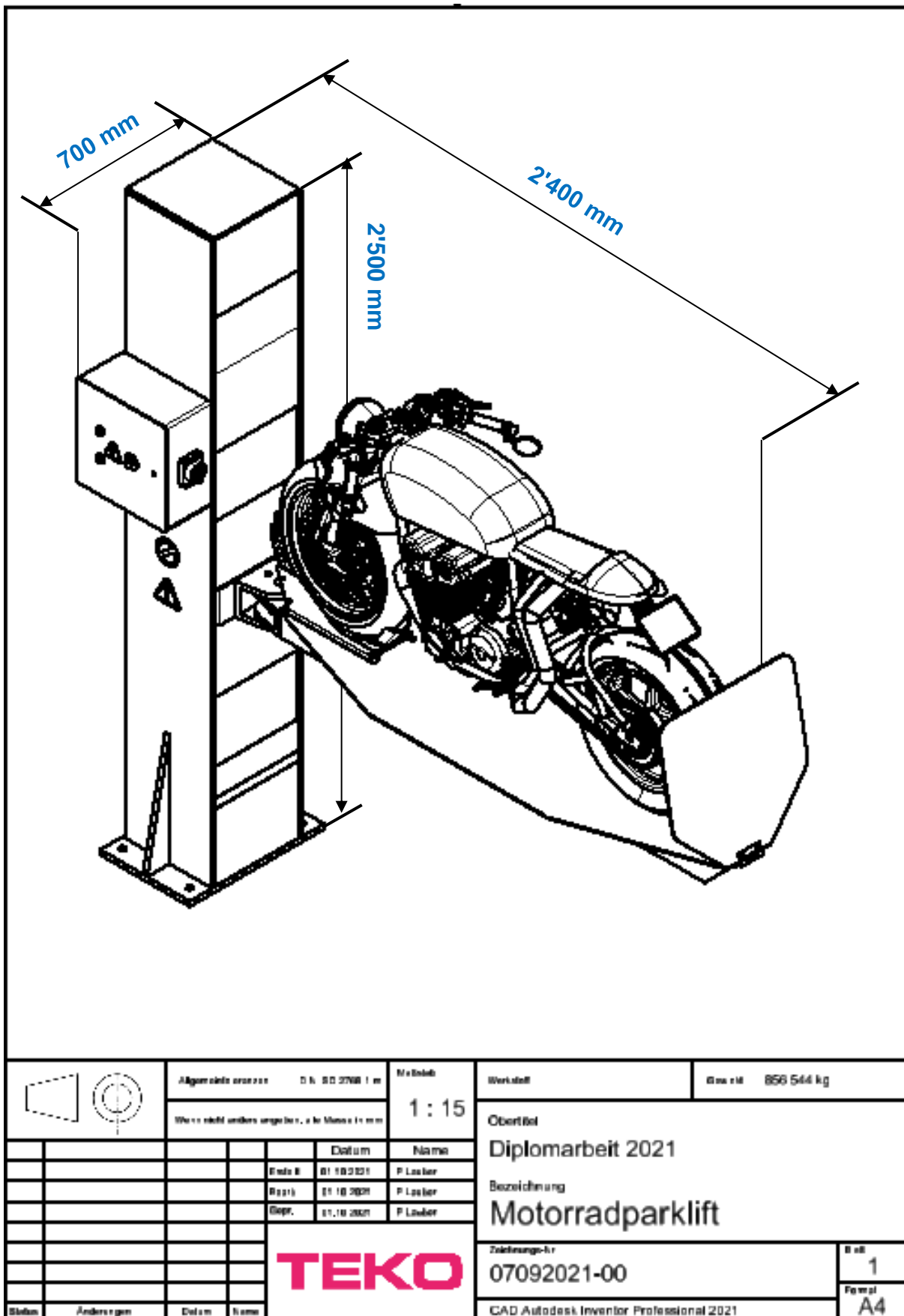


Abbildung 49: Komplette Zeichnung

### 10.3 Explosionszeichnung

Die Explosionszeichnung soll ein Überblick der einzelnen Bauteile erschaffen. Hier wird auch ersichtlich, wie die Bauteile in dem Motorradparklift angeordnet sind. Auf der folgenden Seite ist die Bauteilliste aufgeführt und kann somit mit den Positionsnummern abgeglichen werden.

In dem Anhang Kapitel 15.5 unter Einzelteilzeichnungen, sind die Dimensionen der einzelnen Bauteile genauer zusehen.

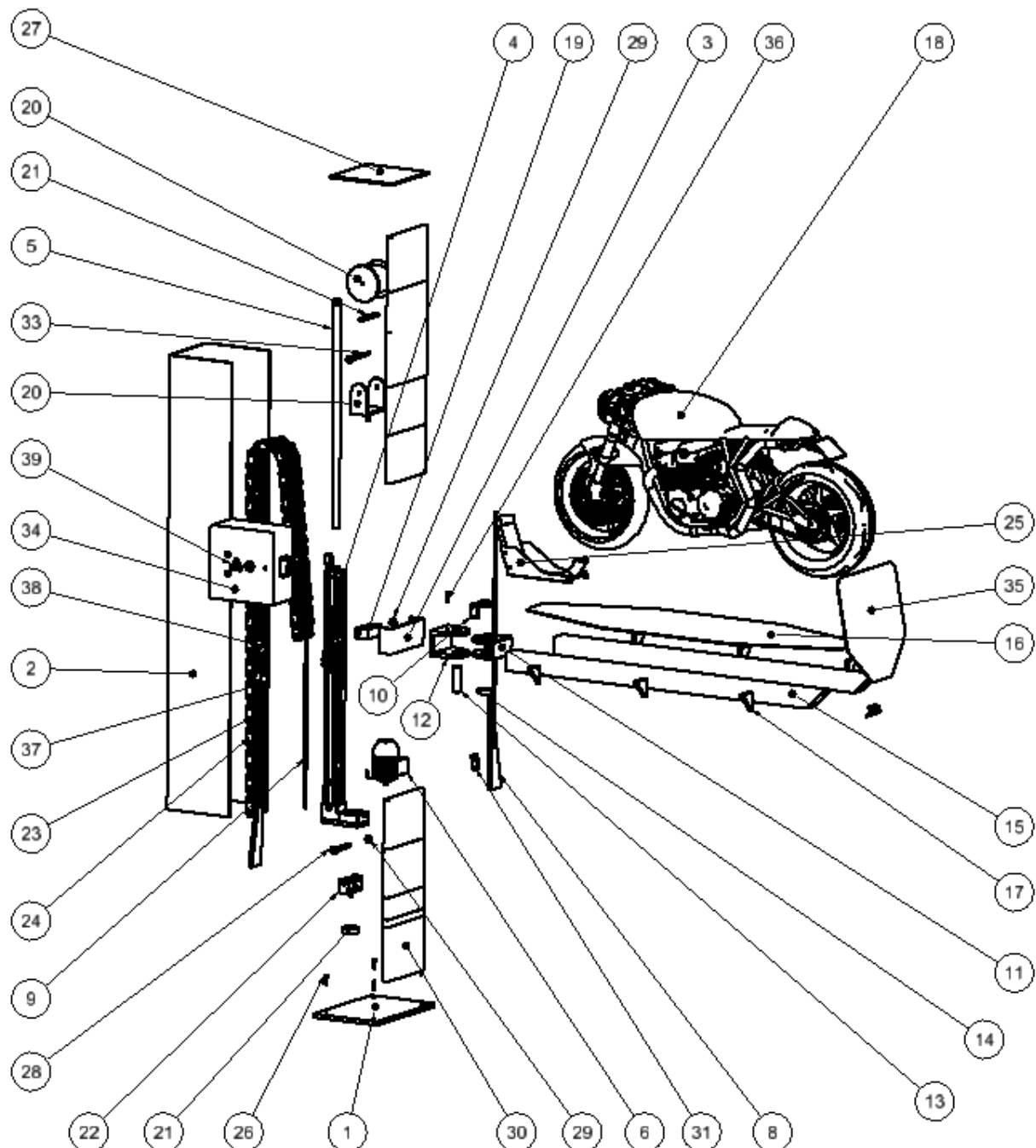


Abbildung 50: Explosionszeichnung

## 10.4 Bauteilliste

BAUTEILLISTE			
OBJEKT	ANZAHL	BAUTEILNUMMER	BESCHREIBUNG
1	1	07092021-02	Grundplatte 600x400x10
2	1	07092021-01	Hauptträger 400x400x10
3	1	07092021-09	U_Profil
4	1	07092021-10	Zylindergehäuse
5	1	07092021-12	Zylinderstange
6	1	07092021-13	Elektromotor
7	1	07092021-14	Motorplatte
8	2	07092021-03	Platte 300x100x10
9	2	07092021-15	Führungsschiene
10	2	07092021-16	Führungsplatte
11	1	07092021-08	Auflageträger Flansch
12	1	07092021-07	Auflageträger Flansch
13	1	07092021-17	Bolzen Ø45
14	2	07092021-18	Rillenkugellager
15	2	07092021-04	Auflageträger
16	1	07092021-06	Auflageplatte
17	6	07092021-05	Platte 100x100x10
18	1	07092021-19	Motorrad
19	1	07092021-11	Kettenhalter
20	2	07092021-22	Umlenkrolle
21	2	07092021-23	Zug-Druckkraftsensor
22	1	07092021-24	Kettenanker
23	25	07092021-25	Rollenketten
24	50	07092021-26	Rollenketten
25	1	07092021-27	Vorderradwippe
26	4	07092021-28	Sechskantschraube M10 x 40
27	1	07092021-29	Deckel
28	2	07092021-30	Sechskantschraube M20 x 160
29	2	07092021-31	Hutmutter M20
30	3	07092021-32	Teleskopabdeckung
31	2	07092021-33	Endschalter
32	1	07092021-34	Hutmutter
33	1	07092021-35	Sechskantschraube M16 x 35
34	1	07092021-36	Steuerkasten
35	1	07092021-37	Rampe
36	1	07092021-38	Bolzen Ø10 x 50
37	1	07092021-39	Warnsignal
38	1	07092021-40	Verbotssymbol
39	1	07092021-41	Warnsignal Strom

Tabelle 38: Bauteilliste

## 10.5 Sicherheitskonzept

Für einen sicheren Betrieb der Maschine richte ich mich nach den offiziellen Maschinenrichtlinien (2006/42/EG). Eine CE-Konformität ist hier nicht verlangt, da das Produkt nicht in der EU verkauft wird. Dieses Sicherheitskonzept umfasst im wichtigsten Punkt eine sichere Bedienung der Maschine für den Bediener wie auch für Drittpersonen.

### Grundsätzliche Sicherheit:

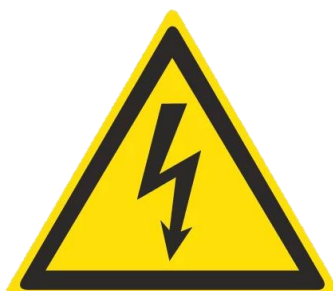
- Der Betrieb an dem Motorradparklift darf nur von geschultem Personal ausgeführt werden.
- Es ist sicherzustellen, dass der Motorradparklift sicher am Platz steht und nicht umkippen kann.
- Bei Defekten am Motorradparklift ist der Betrieb untersagt.
- Es dürfen keine technischen Änderungen am Motorradparklift vorgenommen werden.
- Sicherheitseinrichtungen des Motorradparklifts dürfen nicht umgangen oder abgeändert werden.
- Montage- und Wartungsarbeiten am Motorradparklift dürfen nur im druck- und stromlosen Zustand ausgeführt werden.
- Bei öffentlicher Zugänglichkeit muss der Motorradparklift gegen Einschalten gesperrt werden.
- Es ist zu achten, dass während der Bedienung keine Drittpersonen in der Nähe ist sowie Gegenstände sind.

### Äussere Sicherheit:

- Ausserhalb der Verkleidung des Motorradparklifts müssen gut sichtbar das Warnschild sowie das Vorsichtsschild aufgeklebt sein.
- Es ist ein Not-Aus-Schalter an der gut zugänglichen Bedieneinheit verbaut, der im Notfall betätigt werden kann.

### Technische Sicherheit:

- Der Hauptschalter am Steuerkasten kann bei Wartungs- und Reparaturarbeiten gesichert werden.
- Der Hauptschalter hat einen Unterspannungsauslöser verbaut. Dies dient dazu, dass beim Wiedereinschalten nach einem Spannungsausfall die Spannungsquelle nicht automatisch einschaltet.





## 10.6 Budgetplan

Aus der Anforderungsliste wurde ein Budget von 5'000 Fr. vorgegeben, inklusive 10% Differenz. In der folgenden Tabelle werden die Kosten der Hauptelemente für einen Prototypen aufgelistet. Einige Punkte davon sind Erfahrungswerte und wird in jedem Unternehmen unterschiedlich handgehabt und kalkuliert, wie z.B. Fertigungskosten (Stundenansatz der Maschine oder des Mitarbeiters). Zudem werden Schrauben und etc. nicht berücksichtigt.

Anzahl	Material Bestellung	Preis in Fr.
<b>Einkaufsteile</b>		
1	Vorderradwippe	108.28 Fr.
1	Elektrischer Zylinder	991.05 Fr.
1	Elektromotor	135.70 Fr.
2	Führungsschiene	(114.62 Fr.) 229.24 Fr.
2	Führungsplatte	(64.69 Fr.) 129.38 Fr.
1	Rollketten Paket	406.25 Fr.
1	Zug-Druckkraftsensor	330.95 Fr.
2	Endschalter	(174.80 Fr.) 349.6 Fr.
1	Steuerkasten inklusive Schalter	292.23 Fr.
1	Frequenzumrichter	473.22 Fr.
1	Transformator	48.20 Fr.
<b>Fertigungsteile</b>		
2	Auflageträger	(32.22 Fr.) 64.44 Fr.
1	Rotationsachse Komplet	133.85 Fr.
1	Hauptträger	117.22 Fr.
<b>Aufwand</b>		
Stundenansatz des Mitarbeiters 70 Fr. pro Stunde		(ca. 22 h) 1'540 Fr.
<b>TOTAL</b>		
<b>Gesamtpreis</b>		<b>5'387.23 Fr.</b>

Tabelle 39: Budgetplan

## 10.7 Entwurf des Prototyps

Die digitale Version des ersten Entwurfs ist sehr zufriedenstellend. Es wurden alle Anforderungen gemäss Pflichtenheft erfüllt und lässt noch Platz für weitere Optionen. Die einzelnen Bauteile sind alle so konstruiert, dass diese einfach in der Herstellung sind und den Kräften standhalten.

Aufgrund der Erkenntnis durch die FEM-Analyse würde ein zweiter Prototyp als sinnvoll erachtet werden. Die Bauteile haben zum Teil einen zu grösseren Querschnitt und erfordert somit ein anderes Fertigungsverfahren oder eine andere Trägerform. Daher wäre es interessant, den Prototyp im Betrieb zusehen, um so weitere Optimierungsmöglichkeiten zu erkennen.

Die angestrebten Herstellungskosten für die Serienfertigung können nicht eingehalten werden. Dies ist jedoch vorerst nicht schlimm, da zurzeit nur ein Entwurf von einem Prototyp besteht.

## 10.8 Weiters Vorgehen









Das Konzept der Diplomarbeit wurde nun fertig gestellt, somit kann das Modell durch einen Kollegen überprüft und die Fertigungs- sowie Montagezeichnungen weiter ausgearbeitet werden. Zudem könnte Offerten bei verschiedenen Lieferanten eingeholt und anschliessend der erste Prototyp hergestellt werden. Weiter könnte für dieses Produkt Marketing Unterlagen erstellt und an potenzielle Kunden zum Kauf angeboten werden. Ebenfalls gibt es die Möglichkeit eine Dienstleitung, welcher bei Problemen technische Hilfe leisten könnten.

Jedoch ist dieses Vorgehen nicht mehr Teil der vordefinierten Diplomarbeit und würde den Zeitrahmen enorm sprengen.

Wie anfänglich in der IST-Situation Kapitel 2.1.1 gänzlich erklärt wurde, hat das Projekt, ein Motorradparklift auf den Markt zu bringen, ein hohes Potential. Ob der Motorradparklift dennoch je gebaut wird, ist noch ungewisse. Diese müsste zuerst die nötige Patente eingeholt sowie die Anlage einer Sicherheitsüberprüfung unterzogen werden, welche auf Herz und Nieren geprüft wird. Bei einer Genehmigung könnte ich mir vorstellen, dass solch ein Motorradparklift zukünftig in meiner eigenen Garage zusehen ist.

## 11 Überprüfung der Forderungskriterien

Gemäss der Anforderungsliste im Kapitel 4, wurde der Motorradparklift auf ihre Forderungen überprüft. Die erwähnten Risiken werden mit den beschriebenen Massnahmen umgesetzt und soll die Gefährdung von Personen minimieren. In der folgenden Tabelle wird gezeigt, dass die Forderungskriterien erfüllt wurden. Somit ist die Projektarbeit abgeschlossen.

Status	Anforderungen	F	M	W	Verantwortlich
<b>Geometrie</b>					
	Dimensionen des Motorrads: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Länge 2'210 mm</li> <li>○ Breite 850 mm</li> <li>○ Höhe 1'010 mm</li> <li>○ Radabstand 1'535 mm</li> </ul>			X	Entwicklung/Technik
	Dimensionen der Einzelgarage: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Länge 5'790 mm</li> <li>○ Breite 2'820 mm</li> <li>○ Höhe 3'040 mm</li> </ul>			X	Entwicklung/Technik
	Traglast von maximal 300 kg	X			Entwicklung/Technik
	Hubhöhe von 1'500 mm			X	Entwicklung/Technik
<b>Technisch</b>					
	Elektromotor von 230 V   50 Hz	X			Entwicklung/Technik
	Hubbewegung Elektronisch ansteuerbar	X			Entwicklung/Technik
	Hubzeit von 60 s bei 1.5 m			X	Entwicklung/Technik
	Auflagefläche für das Motorrad 90° schwenkbar			X	Entwicklung/Technik













Sicherheitsanforderungen					
	Allgemeine Vorschriften DIN EN 1570	X			Entwicklung/Technik
	Schutzblech   Abdeckblech	X			Entwicklung/Technik
	Not-Aus Taste	X			Entwicklung/Technik
	Absichern gegen Überlast	X			Entwicklung/Technik
	Absichern gegen Stromausfall oder Druck Verlust	X			Entwicklung/Technik
	Warnsymbole aufkleben	X			Entwicklung/Technik
Ergonomie					
	Modernes Design			X	Entwicklung/Technik
	Einfaches Handling			X	Entwicklung/Technik
Einzelne Komponenten					
	Wartungsarme Bauteile			X	Entwicklung/Technik
	Bauteilen aus Einkaufsteilen			X	Entwicklung/Technik
	Preis des Motorradparklifts 5'000.-		X		Entwicklung/Technik
Termine					
	Abgabe	11.10.2021	X		Entwicklung/Technik

Tabelle 40: Forderungskriterien

## 12 Zeitjournal

In der folgende Tabelle ist die benötigte Zeit für diese Diplomarbeit erfasst. Das Zeitjournal ist eine bezifferte Zeit Angabe zum Terminplan Kapitel 5. Zudem ist das Zeitjournal in den gleichen Gruppierungen aufgeteilt und dient als Schlusskontrolle der vordefinierten Zeit im Pflichtenheft. Die Dokumentation wurde während der ganzen Diplomarbeit parallel zu den anderen Tätigkeiten ausgeübt. Somit wurde die Zeit miteinbezogen.

Datum	Tätigkeit	Zeit ca.
<b>Vorbereitungsphase</b>		
<b>KW 33</b>		
16.08.2021	Infosammlung	7 Stunden
17.08.2021	Infosammlung	7 Stunden
18.08.2021	Infosammlung	7 Stunden
19.08.2021	Anforderungsliste   Terminplan	4 Stunden
20.08.2021	Terminplan   Pflichtenheft	7 Stunden
21.08.2021	Pflichtenheft	4 Stunden
22.08.2021	Pflichtenheft	4 Stunden
<b>Konzipieren</b>		
<b>KW 34</b>		
23.08.2021	Abstrahieren   Funktionsstruktur	4 Stunden
24.08.2021	Funktionsstruktur	2 Stunden
25.08.2021	Morphologischer Kasten	7 Stunden
26.08.2021	Morphologischer Kasten	2 Stunden
27.08.2021	Morphologischer Kasten	7 Stunden
28.08.2021	Morphologischer Kasten	2 Stunden
<b>Entscheiden</b>		
29.08.2021	Auswerten Teilfunktionen	4 Stunden

<b>KW 35</b>		
30.08.2021	Auswerten Lösungsvarianten	7 Stunden
31.08.2021	Auswerten Lösungsvarianten	7 Stunden
01.09.2021	Gelernt für Regeltechnik Prüfung	-
02.09.2021	Gelernt für Regeltechnik Prüfung	-
<b>Realisieren</b>		
03.09.2021	Vordimensionieren	2 Stunden
04.09.2021	Vordimensionieren	11 Stunden
05.09.2021	Feiertag genossen	-
<b>KW 36</b>		
06.09.2021	Berechnungen	7 Stunden
07.09.2021	Berechnungen	4 Stunden
08.09.2021	Berechnungen	4 Stunden
09.09.2021	Berechnungen	2 Stunden
10.09.2021	Berechnungen	11 Stunden
11.09.2021	Berechnungen	4 Stunden
12.09.2021	Berechnungen	2 Stunden
<b>KW 37</b>		
13.09.2021	Berechnungen	4 Stunden
14.09.2021	Konstruieren	7 Stunden
15.09.2021	Konstruieren	2 Stunden
16.09.2021	Konstruieren	2 Stunden
17.09.2021	Konstruieren	11 Stunden
18.09.2021	Konstruieren	4 Stunden
19.09.2021	Konstruieren	2 Stunden
<b>KW 38</b>		
20.09.2021	Gelernt für Fertigungstechnik Prüfung	-

21.09.2021	Gelernt für Fertigungstechnik Prüfung	-
22.09.2021	Gelernt für Fertigungstechnik Prüfung	-
23.09.2021	Gelernt für Fertigungstechnik Prüfung	-
24.09.2021	Konstruieren	11 Stunden
25.09.2021	Konstruieren	7 Stunden
26.09.2021	Konstruieren	2 Stunden
<b>KW 39</b>		
27.09.2021	Konstruieren	4 Stunden
28.09.2021	Konstruieren	4 Stunden
29.09.2021	Elektroschema	4 Stunden
30.09.2021	Elektroschema	2 Stunden
01.10.2021	Elektroschema	11 Stunden
02.10.2021	Elektroschema	7 Stunden
03.10.2021	Feiertag genossen	-
<b>Kontrollieren</b>		
<b>KW 40</b>		
04.10.2021	Nachberechnungen FEM	7 Stunden
05.10.2021	Nachberechnungen FEM	7 Stunden
06.10.2021	Nachkonstruktion	4 Stunden
07.10.2021	Nachkonstruktion	2 Stunden
08.10.2021	Dokumentation Korrektheit   Sonstiges	11 Stunden
09.10.2021	Reserve	-
10.10.2021	Reserve	-
<b>KW 41</b>		
11.10.2021	Abgabe der Diplomarbeit	-.
<b>Gesamthafte Zeit</b>		<b>244 Stunden</b>

Tabelle 41: Zeitjournal

## 13 Schlusswort

Nun am Ende meiner Diplomarbeit kann ich auf das Geleistete zurückblicken. Die Bearbeitung des Themas hat mir sehr Spass gemacht und mich ebenso auch gefordert. Während der Arbeit konnte ich das erworbene Wissen aus verschiedensten Studienfächern anwenden. Besonders im Bereich der Statik sowie der Elektrotechnik. Die beim Projektstart vereinbarten Projektgrenzen konnte ich einhalten und in ihrem Umfang bearbeiten. Ich bin mit dem erstellten Konzept sehr zufrieden und von der Funktion überzeugt. Die CAD Modell erfolgte im Autodesk Inventor 2021. Dies hat mich sehr gefordert, da ich kein gelernter Konstrukteur bin und einiges Wissen nicht hatte. Jedoch lernte ich viel durch Probieren oder Lernvideos. Daher gab es oft mühsame Momente, da ich zum Teil lange herumexperimentieren musste. Besonders gefordert hat mich die Herangehensweise an dieses Projekt. Denn die Ausgangslage hatte viele offene Punkte, deren Ermittlung auch Teil der Arbeit war. So war es nicht besonders einfach, das Projekt zu planen. Denn einzelne nötige Arbeiten ergaben sich aus der Bearbeitung vorhergehender Projektschritte. Zudem war es eine grosse Challenge, das nötige Knowhow, das es für solch einen Motorradparklift braucht, zu sammeln, um dies schlussendlich auch konstruieren zu können. Dies hat das Projekt gleichzeitig auch sehr interessant gemacht, da es keine standardisierte Herangehensweise erlaubte. Falls ich ein weiteres Mal ein Projekt dieser Art bearbeiten würde, wäre ich in der Lage, die Projektschritte besser abzuschätzen und die Zeitplanung ein wenig genauer vorzunehmen. Das Vorgehen würde ich aber so beibehalten. Zum Schluss meiner Diplomarbeit kann ich auf eine intensive und anstrengende Zeit zurückblicken, welche mich nun mit Stolz und Freude belohnt.

### 13.1 Lessons learned

Die Informationsbeschaffung anfangs des Projekts war sehr interessant und lernreich. Ich lernte die gesetzliche Grundlage für die Parkplätze in der Schweiz kennen oder was es bedeutet, auf einem teuren Grundboden Parkplätze zu bauen. Zudem konnte ich einen Einblick in die Technologie der heutigen Parkliftsystems, die bereits in gewissen Ländern vorhanden sind, bekommen.

Wie schon bereits angesprochen, konnte ich viel im konstruktiven Bereich lernen. Insbesondere das Handling mit dem Autodesk Inventor 2021. Einige Erkenntnisse konnte ich bei den Rollenketten gewinnen, da ich anfänglich die Schwierigkeit hatte, die einzelnen Glieder schön über die Umlenkrollen zu bringen. Weiter konnte ich meinen administrativen Kenntnisstand im Bereich FEM erweitert.

Mein Blickwinkel durfte ich zudem in der Elektrotechnik ausweiten. Obwohl ich von der Weiterbildung her auf einem Grundwissen aufbauen konnte und betrieblich viel mit elektronischen Elementen zu tun hatte, konnte ich dennoch Neues dazu lernen. Besonders viele neue Erkenntnisse konnte ich während meiner Recherche von Frequenzumrichter und Transformatoren gewinnen.



## 13.2 Verdankung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Parteien bedanken, welche mich bei der Erarbeitung dieser Diplomarbeit unterstützt haben. Mein Dank gilt Herrn Rudolf Gautschi, welcher mich als Diplomlehrer auf diesem Weg begleitet und als Vermittler zwischen der Schule und den Diplomanden unterstützt hat.

Besonders möchte ich mich für die Unterstützung durch meinem Vorgesetzten bei Thermoplan AG Herrn Onur Iriz bedanken, welcher mir im Rahmen dieser Diplomarbeit Zeit zur Verfügung stellte und so mir die Diplomarbeitszeit weniger stressig machte. Ich freue mich bereits auf künftige gemeinsame Projekte.

Einen grossen Dank möchte ich auch an Frau Daniela Hodel aussprechen, welche mir ihre Dienste als Lektorin anbot und so dieser Dokumentation zu orthographischer Korrektheit verhalf.

## 14 Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche kenntlich gemacht. Mir ist bewusst, dass Verstösse gegen die Grundsätze der Selbständigkeit als Täuschung betrachtet und entsprechend der Prüfungsordnung geahndet werden.

Die Diplomarbeit darf nur mit Genehmigung des Verfassers an Dritte weitergegeben werden.

Philipp Lauber

Buchrain, 11.10.2021



# 15 Anhang

## 15.1 Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
CAD	Computer Aided Design
TEKO	Technische Konstruktion
3D	Dreidimensional
z.B.	zum Beispiel
U/min	Umdrehungen pro Minute
Nm	Newtonmeter
N	Newton
Kg	Kilogramm
F	Kraft
mm	Millimeter
m	Meter
dm <sup>3</sup>	Kubikdezimeter
Fr	Franken
µm	Mikrometer
s	Sekunde
min	Minute
evtl.	Eventuell
Gem.	Gemäss
Resp.	Respektive
FEM	Finite-Elemente-Methode
DIN	Deutsches Institut für Normung
Re	Streckgrenze
t	Zeit
m	Masse
v	Geschwindigkeit
a	Beschleunigung
I	Flächenmoment
W	Widerstandmoment
J	Massenträgheitsmoment
M	Drehmoment
A	Fläche

Tabelle 42: Abkürzungsverzeichnis



## 15.2 Literaturverzeichnis | Quellenverzeichnis

- (grob-antriebstechnik.de)), H. m. (kein Datum).
- (<https://www.flexlift.de/hubtische/riemenhubtische/riemenhubtisch-rfk>), R. H. (kein Datum).
- (<https://www.j-lifte.com/de/produkte/scherenhubtisch/>), H. H. (kein Datum).
- (jh-profishop.de)), S. H.-H. (kein Datum).
- Böge, A. (2015). *Formeln und Tabellen Maschinenbau, Für Studium und Praxis, mit über 2000 Stichworten.* (A. Böge, Hrsg.) Wiesbaden: Vieweg.
- Böge, A. (2015). *Lehrbuch Technische Mechanik, Statik-Reibung-Dynamik-Festigkeitslehre-Fluidmechanik, Anwendungen der Maschinenbau-Technik, mit 17 Tabellen, 705 Abbildungen und 22 Arbeitspläne.* (A. Böge, Hrsg.) Wiesbaden: Vieweg.
- FAG - *Rillenkugellager.* (2006). Abgerufen am 3. Oktober 2020 von <https://www.fagina.at/explorer/download/waelzlager/01-Rillenkugellager.pdf>
- FAG - *Zylinderrollenlager.* (2006). Abgerufen am 3. Oktober 2020 von <https://www.fagina.at/explorer/download/waelzlager/06-Zylinderrollenlager.pdf>
- Fischer, U. (2011). *Tabellenbuch Metall.* Europa Lehrmittel.
- Fürholz, M. (2020). *Konstruktionselemente V2.5.* TEKO.
- [https://litra.ch/media/article\\_images/2019/04/LITRA\\_Blogbeitrag\\_SB\\_final\\_190315.pdf](https://litra.ch/media/article_images/2019/04/LITRA_Blogbeitrag_SB_final_190315.pdf). (kein Datum).
- Naef, P. (2012). *Einführung in das Methodische Konstruieren* (Bd. 2.). Aachen: Springer Vieweg.
- [https://litra.ch/media/article\\_images/2019/04/LITRA\\_Blogbeitrag\\_SB\\_final\\_190315.pdf](https://litra.ch/media/article_images/2019/04/LITRA_Blogbeitrag_SB_final_190315.pdf)
- <https://www.handelszeitung.ch/unternehmen/parkieren-das-kosten-garagenplatzen-schweizer-stadten>
- [https://www.dlr.de/vs/Portaldata/26/Resources/dokumente/broschueren/Mechanisches\\_Parkhaus.pdf](https://www.dlr.de/vs/Portaldata/26/Resources/dokumente/broschueren/Mechanisches_Parkhaus.pdf)
- [https://www.burster.de/fileadmin/user\\_upload/redaktion/Documents/Products/Broschures/Section\\_8/BR\\_Load\\_DE.pdf](https://www.burster.de/fileadmin/user_upload/redaktion/Documents/Products/Broschures/Section_8/BR_Load_DE.pdf)
- <https://www.louis.de/artikel/steadystand-basic-fix-vorderradklemme/10002863>
- <https://www.rk-rose-krieger.com/deutsch/produkte/linear-technik/produktkenner/elektrozylinder/>
- <https://www.acebikes.de/produkte/motorradstaender/steadystand-fixed/>
- <https://www.nani.de/produkte/verladetechnik/sicherheitstechnik/>
- <https://weber-werke.de/Werkstatt-Einrichtung/1-Saeulen-Hebebuehnen/ersatzteile-204/Schaltkasten-komplett-230V-fuer-Monolift-1000.html>
- [https://www.distrelec.ch/en/electrical-housing-eb-200x120x200mm-sheet-steel-grey-ip66-rittal-eb1549-500/p/15004148?channel=b2c&price\\_gs=55.76706&source=googleps&ext\\_ci](https://www.distrelec.ch/en/electrical-housing-eb-200x120x200mm-sheet-steel-grey-ip66-rittal-eb1549-500/p/15004148?channel=b2c&price_gs=55.76706&source=googleps&ext_ci)

d=shgooaqchen-blcss&kw=%7Bkeyword%7D&ext\_cid=shgooaqchen-P-Shopping-CSS-MainCampaign&pi=15004148&gclid=CjwKCAjwj8eJBhA5EiwAg3z0mwIXXyMryBqSRoOSAM9t-w9c03bIGFz7peRgjZHWFP02nuNCmwU5ZRoCHpAQAvD\_BwE

[https://b2b.partcommunity.com/3d-cad-models/sso/elektrozylinder-slz-63-mit-trapezgewinde-move-tec-rk-rose-krieger?info=rose\\_krieger%2Flinearkomponenten%2Felektrozylinder%2Felekzyl\\_slz63%2Fslz63\\_plfl\\_tr\\_asmtab.prj&cwid=4581](https://b2b.partcommunity.com/3d-cad-models/sso/elektrozylinder-slz-63-mit-trapezgewinde-move-tec-rk-rose-krieger?info=rose_krieger%2Flinearkomponenten%2Felektrozylinder%2Felekzyl_slz63%2Fslz63_plfl_tr_asmtab.prj&cwid=4581)

<https://www.kiener-wittlin.ch/kundenupload/m20/images/tinyupload/Download%20Kataloge/Tabellenbuch%20StahlMetalle.pdf>

[https://www.schweizer-fn.de/festigkeit/festigkeitswerte/stahl/stahl\\_start.php](https://www.schweizer-fn.de/festigkeit/festigkeitswerte/stahl/stahl_start.php)

[https://www.sfs.ch/de/Beschl%C3%A4ge/Profile/Aluminiumprofile/U-Profil-gleichschenklig-Aluminium-roh/p/B040602\\_2900](https://www.sfs.ch/de/Beschl%C3%A4ge/Profile/Aluminiumprofile/U-Profil-gleichschenklig-Aluminium-roh/p/B040602_2900)

<https://www.johannes-strommer.com/rechner/flaechentraegheitsmoment-widerstandsmoment-querschnittsflaeche/>

<https://www.hepcomotion.com/de/produkt/fuehrungsschienen/sl2-edelstahl-linearfuehrungen-mit-laufrollen-und-fuehrungsschienen/>

<https://www.hepcomotion.com/de/wp-content/uploads/sites/3/2015/03/German-SL2-Catalogue-17-07-21.pdf>

[https://www.beaingranaggi.com/en/prodotti/20040150350001/Simplex\\_Chains\\_Bea\\_ISO.html](https://www.beaingranaggi.com/en/prodotti/20040150350001/Simplex_Chains_Bea_ISO.html)

<https://www.staplerketten.de/flyerketten-nach-din>

<https://maschinenschutz-owl.de/teleskopabdeckung/>

[https://www.bahr-modultechnik.de/images/pdfs/de/ZUBEHOER\\_DE.pdf](https://www.bahr-modultechnik.de/images/pdfs/de/ZUBEHOER_DE.pdf)

[https://www.distrelec.ch/de/endschalter-seitlich-drehender-verstellbarer-hebel-elektrostatisches-epoxidbeschichtetes-zink-wechsler-sprungkontakt-honeywell-gsac20a1b/p/30138781?ext\\_cid=shgooaqchde-P-Shopping-Fallback&pi=30138781&gclid=Cj0KCQjws4aKBhDPArisAIWH0JUFC-fdQGAZ107qqTDYZ7VbgprT6EARQAskRdlbfVUDrfR894klAkgaAorVEALw\\_wcB](https://www.distrelec.ch/de/endschalter-seitlich-drehender-verstellbarer-hebel-elektrostatisches-epoxidbeschichtetes-zink-wechsler-sprungkontakt-honeywell-gsac20a1b/p/30138781?ext_cid=shgooaqchde-P-Shopping-Fallback&pi=30138781&gclid=Cj0KCQjws4aKBhDPArisAIWH0JUFC-fdQGAZ107qqTDYZ7VbgprT6EARQAskRdlbfVUDrfR894klAkgaAorVEALw_wcB)

[https://de3a.mitsubishielectric.com/fa/de/dl/9520/l\\_FR-D700SC\\_A\\_DE\\_markiert\\_wie\\_UK\\_FM8.pdf](https://de3a.mitsubishielectric.com/fa/de/dl/9520/l_FR-D700SC_A_DE_markiert_wie_UK_FM8.pdf)

[https://ch.rs-online.com/web/p/transformatoren-fur-din-schienen-tafelmontage/6086476/?cm\\_mmc=CH-PLA-DS3A--google--PLA\\_CH\\_DE\\_Stromversorgungen\\_%26\\_Transformatoren\\_Whoop--\(CH:Whoop!\)+Transformatoren+f%C3%BCr+DIN-Schienen+%26+Tafelmontage--6086476&matchtype=&pla-341138811973&gclid=EAlaIqobChMir9KT7vWVR8wIVhoxRCh1RFAPLEAQYAyABEGkm1\\_D\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://ch.rs-online.com/web/p/transformatoren-fur-din-schienen-tafelmontage/6086476/?cm_mmc=CH-PLA-DS3A--google--PLA_CH_DE_Stromversorgungen_%26_Transformatoren_Whoop--(CH:Whoop!)+Transformatoren+f%C3%BCr+DIN-Schienen+%26+Tafelmontage--6086476&matchtype=&pla-341138811973&gclid=EAlaIqobChMir9KT7vWVR8wIVhoxRCh1RFAPLEAQYAyABEGkm1_D_BwE&gclsrc=aw.ds)

<https://www.duden.de/>

## 15.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lösungsvorschlag .....	7
Abbildung 2:	Einzelgarage .....	23
Abbildung 3:	Motorrad Honda NC 750 X.....	23
Abbildung 4:	Mindmap.....	30
Abbildung 5:	Blackbox.....	31
Abbildung 6:	Lösungsvariante A Skizze .....	42
Abbildung 7:	Lösungsvariante B Skizze .....	43
Abbildung 8:	Ausarbeitung Flussdiagramm.....	46
Abbildung 9:	Motorradparklift Handskizze .....	47
Abbildung 10:	Zweite Handskizze .....	48
Abbildung 11:	Orientierungsskizze .....	49
Abbildung 12:	Zug-Druckkraftsensor .....	50
Abbildung 13:	Vorderradwippe .....	50
Abbildung 14:	Elektrischer Zylinder.....	51
Abbildung 15:	Komponenten Steuerkasten .....	51
Abbildung 16:	Führungsschiene .....	52
Abbildung 17:	Führungsplatte .....	52
Abbildung 18:	Endschalter .....	53
Abbildung 19:	Rollenketten .....	53
Abbildung 20:	Asynchronmotor .....	54
Abbildung 21:	Vorauswahl Schrauben (Fürholz, 2020, S.26).....	62
Abbildung 22:	Formeln Nachgiebigkeit (Fürholz, 2020, S.30) .....	62
Abbildung 23:	Auswahl Krafteinleitungsfaktor (Fürholz, 2020, S.33).....	63
Abbildung 24:	Reibungszahl $\mu_G$ (Fürholz, 2020, S.37) .....	64
Abbildung 25:	Reibungszahl $\mu_K$ (Fürholz, 2020, S.38) .....	65
Abbildung 26:	Grundaufbau Motorradparklift.....	68

Abbildung 27:	Rotationsachse Oben.....	69
Abbildung 28:	Rotationsachse Unten .....	69
Abbildung 29:	Antriebs- und Übertragungselemente.....	70
Abbildung 30:	Steuerkasten .....	70
Abbildung 31:	Kettenanker am Zug-Druckkraftsensor.....	71
Abbildung 32:	Umlenkrolle .....	71
Abbildung 33:	Kettenhalter.....	71
Abbildung 34:	Führungsschiene   Führungsplatte .....	71
Abbildung 35:	Endschalter Position.....	72
Abbildung 36:	Motorrad Aufladen.....	73
Abbildung 37:	Motorrad Befestigen .....	73
Abbildung 38:	Rampe Einklappen .....	74
Abbildung 39:	Motorrad parkiert .....	74
Abbildung 40:	Schemaplan .....	76
Abbildung 41:	Darstellungszeichnung .....	78
Abbildung 42:	FEM Mises-Spannung .....	79
Abbildung 43:	FEM Verschiebung.....	80
Abbildung 44:	FEM Hauptspannung .....	80
Abbildung 45:	FEM Sicherheitsfaktor .....	81
Abbildung 46:	Gummizapfen   Endpuffer.....	82
Abbildung 47:	Steuerkasten Neu.....	82
Abbildung 48:	Motorradparklift Komplett .....	84
Abbildung 49:	Komplette Zeichnung .....	85
Abbildung 50:	Explosionszeichnung.....	86

## 15.4 Tabellenverzeichnis

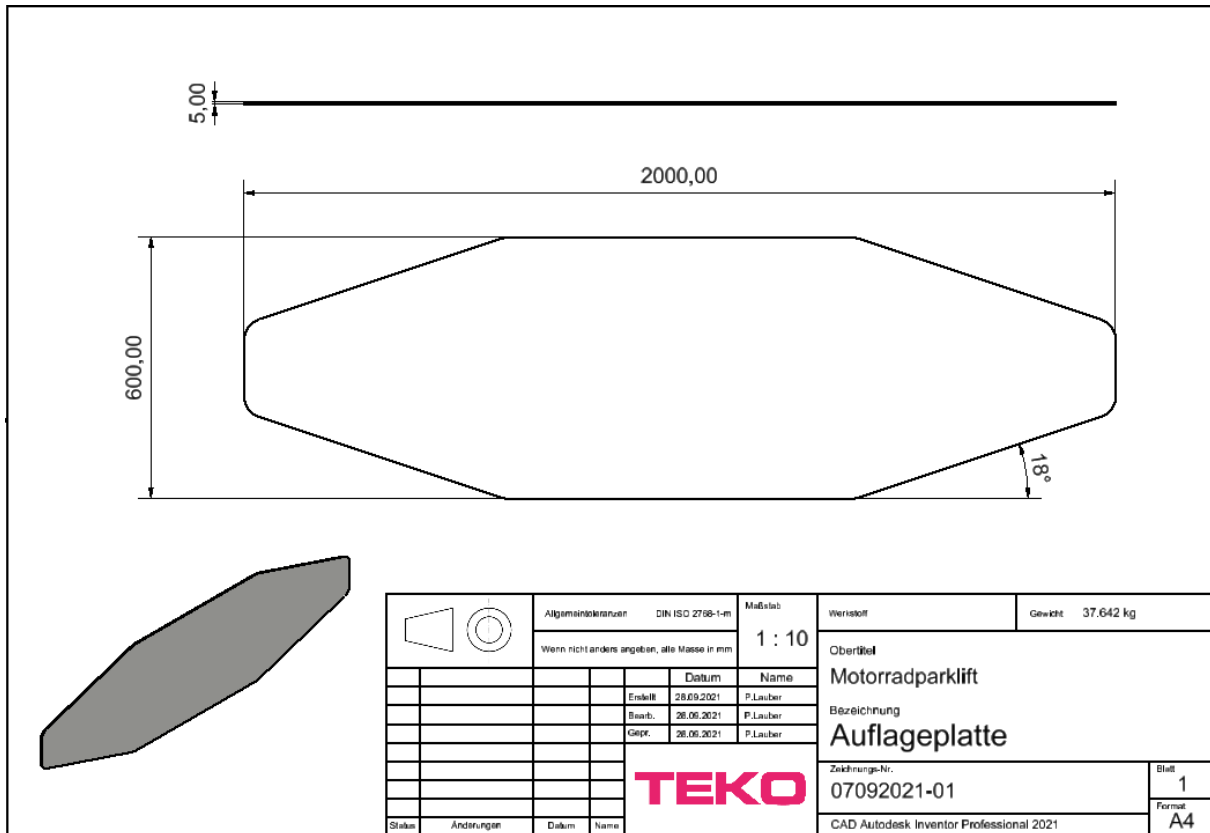
Tabelle 1:	Inhaltsverzeichnis.....	12
Tabelle 2:	Garage kosten pro Monat.....	14
Tabelle 3:	Kurvendiagramm Wohnbevölkerung .....	15
Tabelle 4:	Vergleich Riemen Systeme .....	16
Tabelle 5:	Vergleich Hydraulische Systeme.....	17
Tabelle 6:	Vergleich Schubketten Systeme.....	17
Tabelle 7:	Vergleich Spindel Systeme .....	18
Tabelle 8:	Vergleich Elektrozyylinder Systeme .....	18
Tabelle 9:	Risikoanalyse Schriftliche Dokumentation.....	19
Tabelle 10:	Risikoanalyse Entwicklung Motorradparklift .....	20
Tabelle 11:	Risikoanalyse Motorradparklift.....	25
Tabelle 12:	Anforderungsliste.....	26
Tabelle 13:	Terminplan.....	28
Tabelle 14:	Funktionsstruktur .....	32
Tabelle 15:	Auflistung der Teilfunktionen .....	32
Tabelle 16:	Morphologischer Kasten .....	35
Tabelle 17:	VDI-Richtlinie 2225.....	37
Tabelle 18:	Punktebewertung Teilfunktion 1 .....	37
Tabelle 19:	Punktebewertung Teilfunktion 2 .....	37
Tabelle 20:	Punktebewertung Teilfunktion 3 .....	38
Tabelle 21:	Punktebewertung Teilfunktion 4 .....	38
Tabelle 22:	Punktebewertung Teilfunktion 5 .....	38
Tabelle 23:	Punktebewertung Teilfunktion 6 .....	39
Tabelle 24:	Punktebewertung Teilfunktion 7 .....	39
Tabelle 25:	Punktebewertung Teilfunktion 8 .....	39
Tabelle 26:	Punktebewertung Teilfunktion 9 .....	40

Tabelle 27:	Punktebewertung Teilfunktion 10 .....	40
Tabelle 28:	Punktebewertung Teilfunktion 11 .....	40
Tabelle 29:	Punktebewertung Teilfunktion 12 .....	41
Tabelle 30:	Auswertung der Lösungsvarianten .....	41
Tabelle 31:	Vergleich Lösungsvariante A .....	43
Tabelle 32:	Vergleich Lösungsvariante B .....	44
Tabelle 33:	Technische Nutzwertanalyse .....	45
Tabelle 34:	Wirtschaftliche Nutzwertanalyse .....	45
Tabelle 35:	Richtwerte Setzbetrag (Roloff/Matek, 2017, S.1125) .....	64
Tabelle 36:	Zulässigen Spannkräfte (Fürholz, 2020, S.41) .....	66
Tabelle 37:	Abkürzungsbeschreibung .....	75
Tabelle 38:	Bauteilliste .....	87
Tabelle 39:	Budgetplan .....	89
Tabelle 40:	Forderungskriterien.....	92
Tabelle 41:	Zeitjournal.....	95
Tabelle 42:	Abkürzungsverzeichnis.....	98

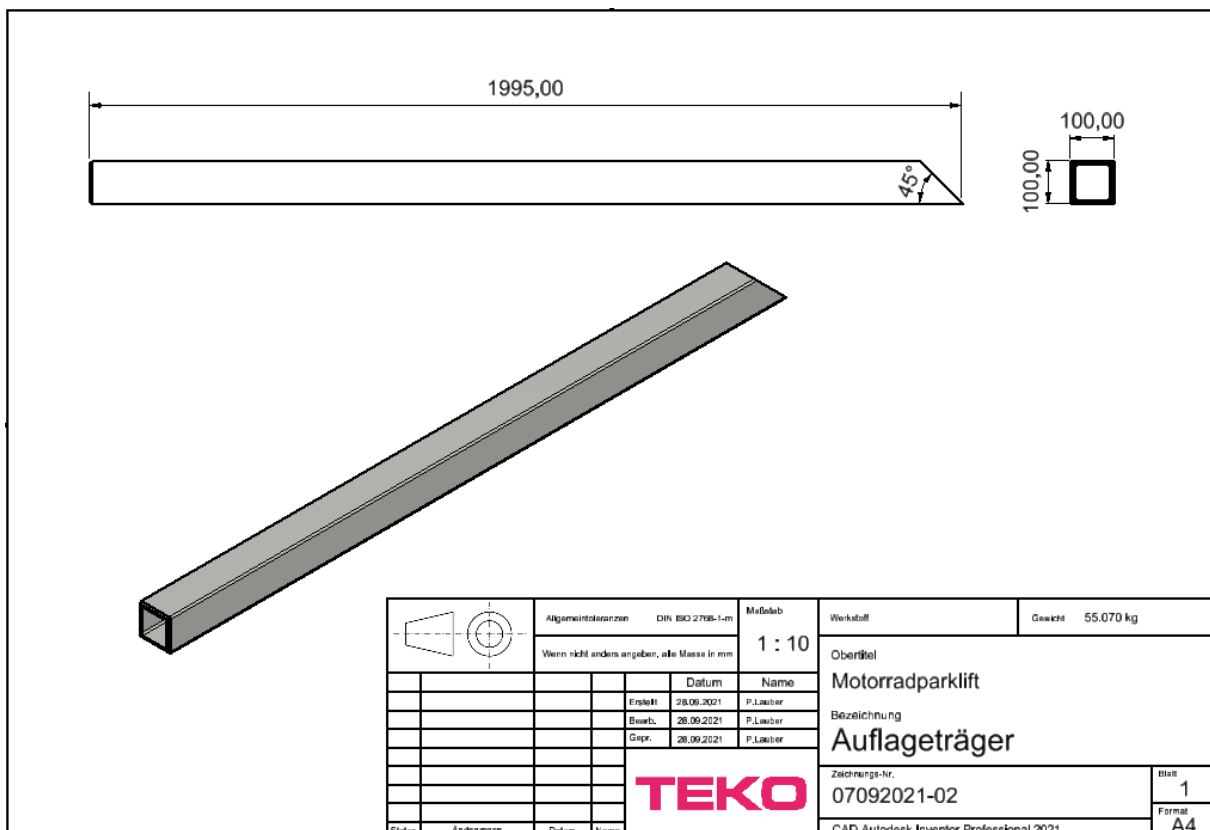


## 15.5 Einzelteilzeichnungen

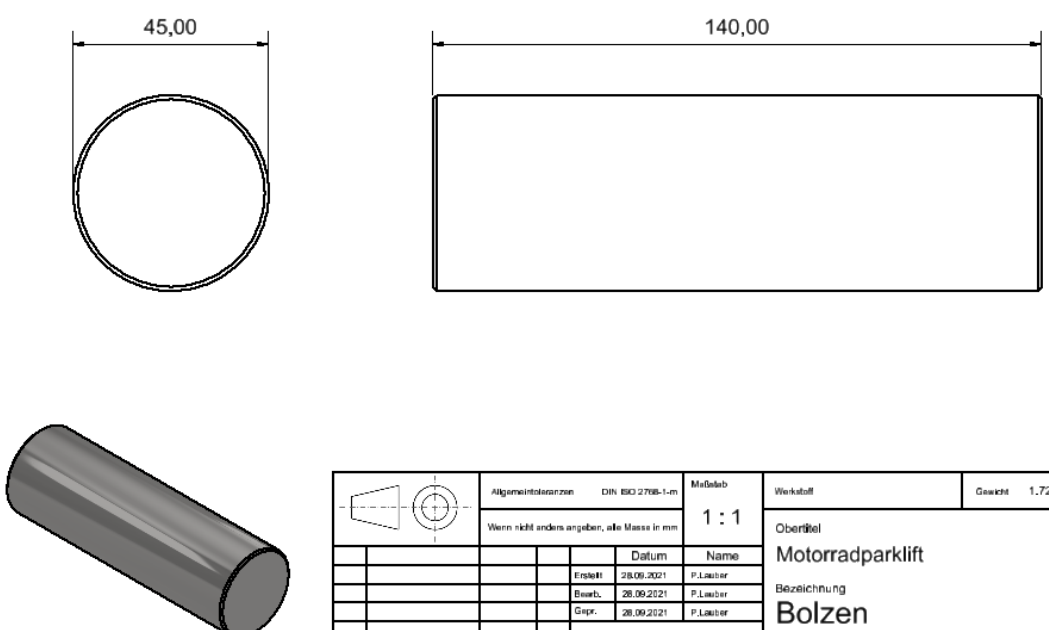
### 15.5.1 Auflageplatte

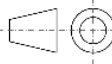


### 15.5.2 Auflageträger

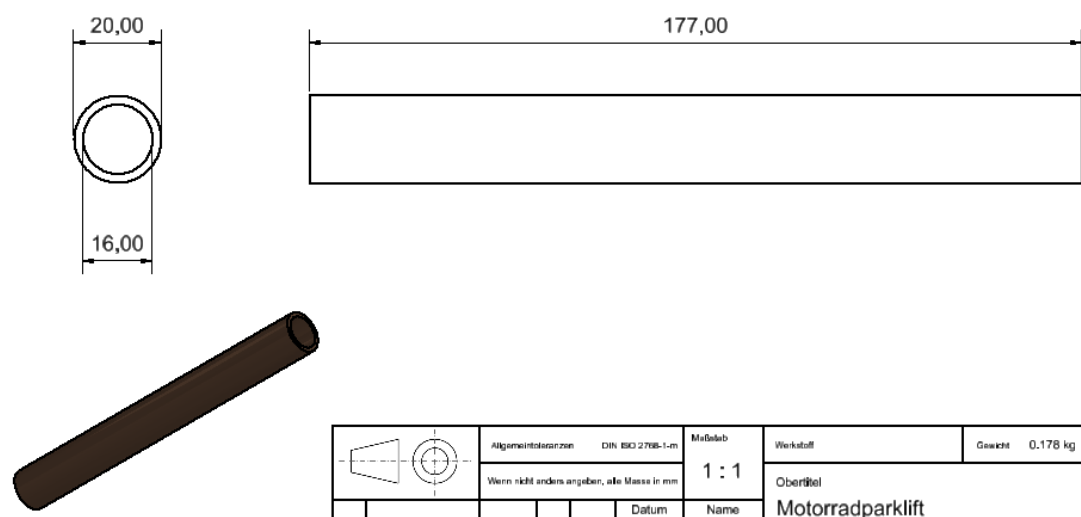


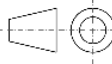
### 15.5.3 Bolzen



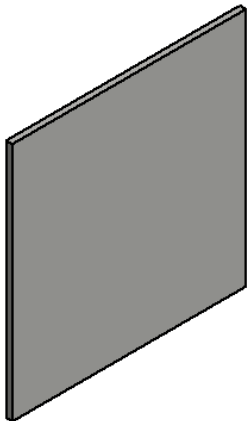
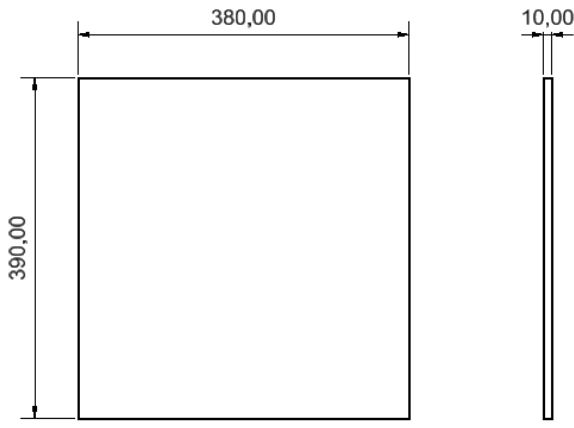
		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-m Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm	Maßstab <b>1 : 1</b>	Werkstoff Gewicht 1.720 kg
		Datum Name	Oberitel Motorradparklift	
		Erstellt 28.09.2021 P.Lauber Bearb. 28.09.2021 P.Lauber Gepr. 28.09.2021 P.Lauber	Bezeichnung <b>Bolzen</b>	
		<b>TEKO</b>	Zeichnungs-Nr. 07092021-03	Blatt 1
Status Änderungen Datum Name			CAD Autodesk Inventor Professional 2021	Format A4

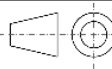
### 15.5.4 Büchse



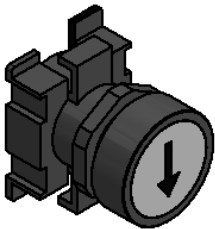
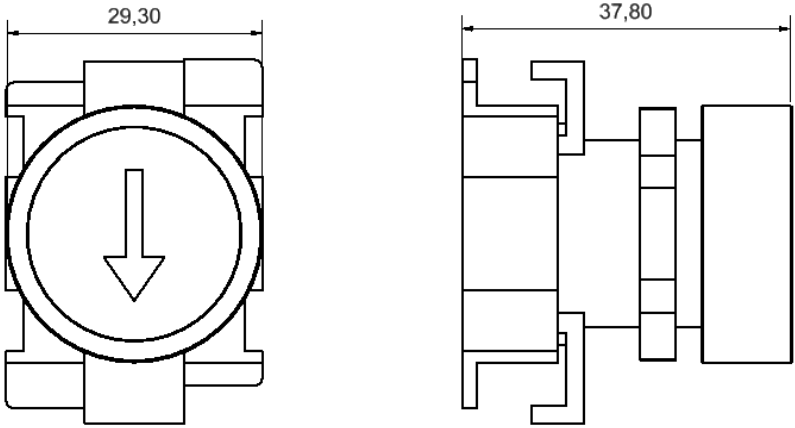
		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-m Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm	Maßstab <b>1 : 1</b>	Werkstoff Gewicht 0.178 kg
		Datum Name	Oberitel Motorradparklift	
		Erstellt 28.09.2021 P.Lauber Bearb. 28.09.2021 P.Lauber Gepr. 28.09.2021 P.Lauber	Bezeichnung <b>Büchse</b>	
		<b>TEKO</b>	Zeichnungs-Nr. 07092021-04	Blatt 1
Status Änderungen Datum Name			CAD Autodesk Inventor Professional 2021	Format A4

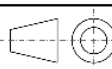
### 15.5.5 Deckel

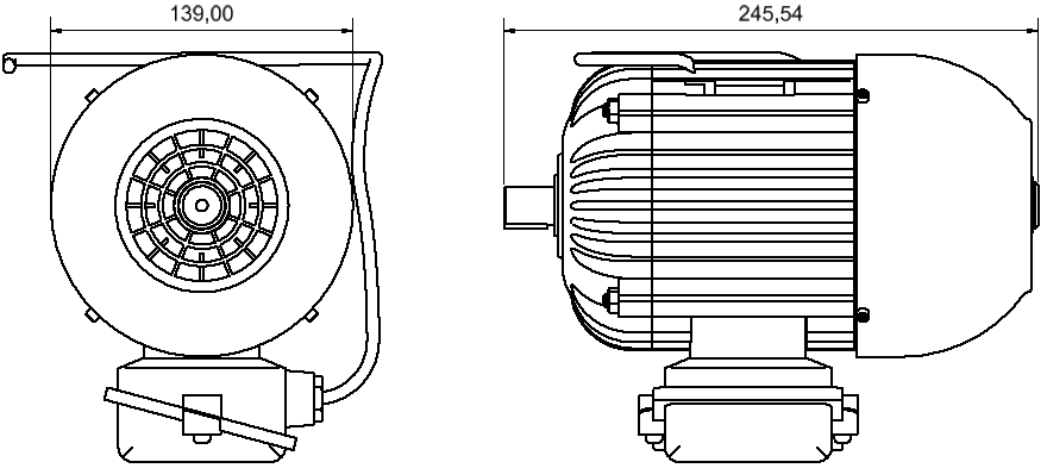
 Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1:m Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm		Maßstab <b>1 : 5</b>	Werkstoff Oberblei	Gewicht 11.634 kg
		Datum Name	Bezeichnung <b>Motorradparklift</b>	
		Erstellt 28.09.2021 P.Lauber	Bezeichnung <b>Deckel</b>	
		Bearbeitet 28.09.2021 P.Lauber	Zeichnungs-Nr. 07092021-05	
		Gepr. 28.09.2021 P.Lauber	Blatt <b>1</b>	
			Format <b>A4</b>	
			CAD Autodesk Inventor Professional 2021	
Status	Änderungen	Datum	Name	

### 15.5.6 Drucktaste

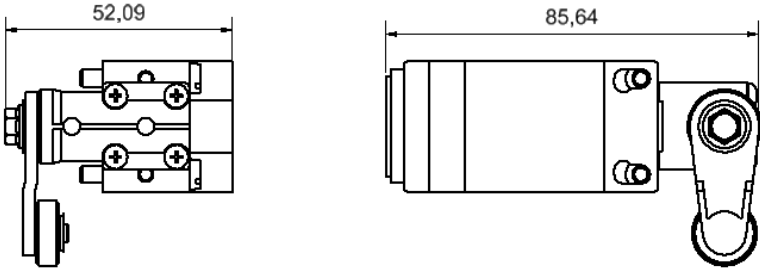
 Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1:m Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm		Maßstab <b>2 : 1</b>	Werkstoff Oberblei	Gewicht 0.007 kg
		Datum Name	Bezeichnung <b>Motorradparklift</b>	
		Erstellt 28.09.2021 P.Lauber	Bezeichnung <b>Drucktaste</b>	
		Bearbeitet 28.09.2021 P.Lauber	Zeichnungs-Nr. 07092021-06	
		Gepr. 28.09.2021 P.Lauber	Blatt <b>1</b>	
			Format <b>A4</b>	
			CAD Autodesk Inventor Professional 2021	
Status	Änderungen	Datum	Name	

### 15.5.7 Elektromotor



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 2,200 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1:2		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt		P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb.		P.Lauber		Elektromotor			
		Gspr.		P.Lauber		Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-07		Format A4	
Status		Änderungen		Datum		Name		CAD Autodesk Inventor Professional 2021	

### 15.5.8 Endschalter



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 0,169 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1:1		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt		P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb.		P.Lauber		Endschalter			
		Gspr.		P.Lauber		Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-08		Format A4	
Status		Änderungen		Datum		Name		CAD Autodesk Inventor Professional 2021	

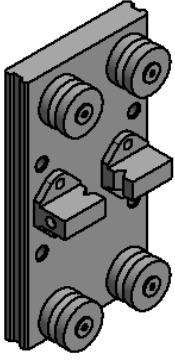
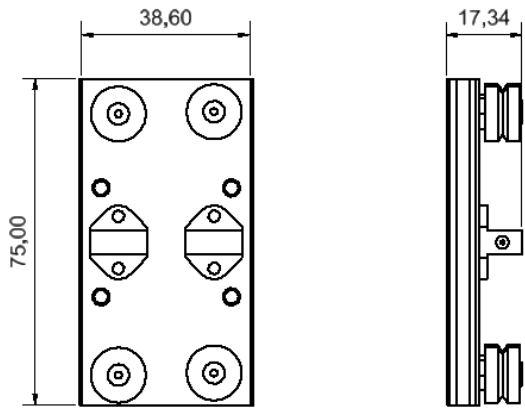
### 15.5.9 Flansch 1

Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 11.101 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1 : 2		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt 28.09.2021		P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb. 28.09.2021		P.Lauber		Flansch 1			
		Gspr. 28.09.2021		P.Lauber		Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-09		Format A4	
						CAD Autodesk Inventor Professional 2021			
Status	Änderungen	Datum	Name						

### 15.5.10 Flansch 2

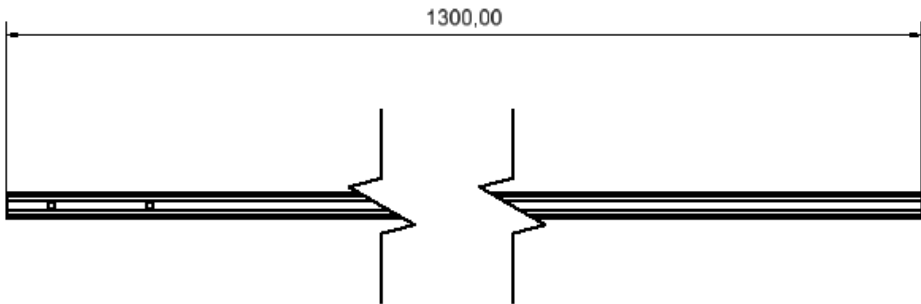
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 8.016 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1 : 2		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt 28.09.2021		P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb. 28.09.2021		P.Lauber		Flansch 2			
		Gspr. 28.09.2021		P.Lauber		Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-10		Format A4	
						CAD Autodesk Inventor Professional 2021			
Status	Änderungen	Datum	Name						

### 15.5.11 Führungsplatte

Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff	Gewicht	0,027 kg
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm		1:1	Oberitel		
		Datum	Motorradparklift		
		Erstellt	P.Lauber		
		Bearb.	P.Lauber		
		Gepr.	P.Lauber		
		Bezeichnung		Führungsplatte	
		Zeichnungs-Nr.		07092021-11	
				Blatt 1	
				Format A4	
				CAD Autodesk Inventor Professional 2021	
Status	Änderungen	Datum	Name		

### 15.5.12 Führungsschiene



Allgemeintoleranzen DIN ISO 2718-1-m		Maßstab	Werkstoff	Gewicht	0,500 kg
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm		1:2	Oberitel		
		Datum	Motorradparklift		
		Erstellt	P.Lauber		
		Bearb.	P.Lauber		
		Gepr.	P.Lauber		
		Bezeichnung		Führungsschiene	
		Zeichnungs-Nr.		07092021-12	
				Blatt 1	
				Format A4	
				CAD Autodesk Inventor Professional 2021	
Status	Änderungen	Datum	Name		

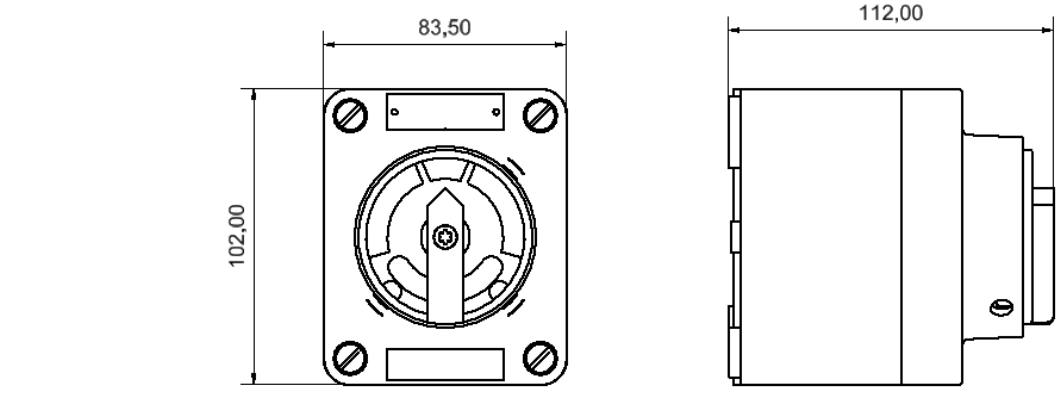
### 15.5.13 Grundplatte

Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff		Gewicht	37.615 kg		
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1:5						
		Datum	Name	Oberitel						
		Erstellt	28.09.2021	P.Lauber	Motorradparklift					
		Bearb.	28.09.2021	P.Lauber	Bezeichnung					
		Gepr.	28.09.2021	P.Lauber	Grundplatte					
							Ziehungs-Nr.	07092021-13	Blatt	1
									Format	A4
Status	Änderungen	Datum	Name	CAD Autodesk Inventor Professional 2021						

### 15.5.14 Gummipuffer

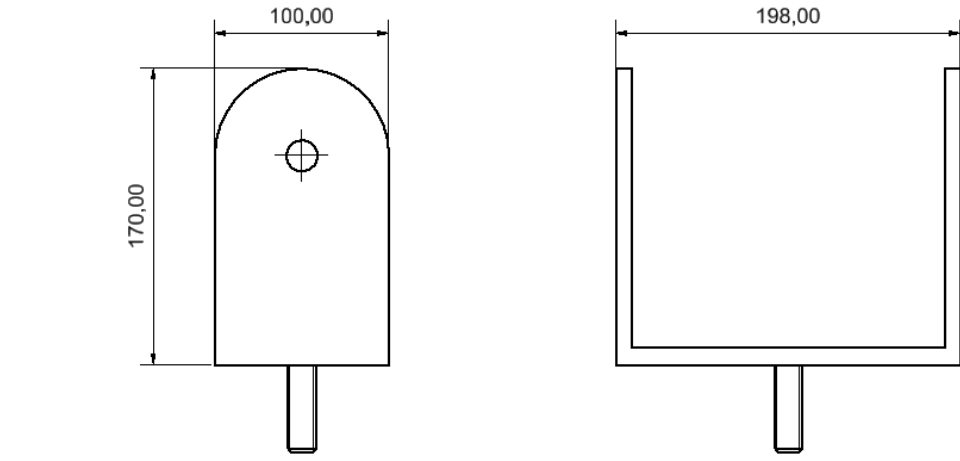
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff		Gewicht	0.002 kg		
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				5:1						
		Datum	Name	Oberitel						
		Erstellt	28.09.2021	P.Lauber	Motorradparklift					
		Bearb.	28.09.2021	P.Lauber	Bezeichnung					
		Gepr.	28.09.2021	P.Lauber	Gummipuffer					
							Ziehungs-Nr.	07092021-14	Blatt	1
									Format	A4
Status	Änderungen	Datum	Name	CAD Autodesk Inventor Professional 2021						

### 15.5.15 Hauptschalter



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff	Gewicht	0,246 kg
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 1.5	Oberitel		
				Datum	Name		
				Erstellt	P.Lauber		
				Bearb.	P.Lauber		
				Gepr.	P.Lauber		
				<b>TEKO</b>			Zeichnungs-Nr.
							07092021-15
				CAD Autodesk Inventor Professional 2021			Blatt
							1
							Format
							A4

### 15.5.16 Kettenanker



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff	Gewicht	3,706 kg
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 2.5	Oberitel		
				Datum	Name		
				Erstellt	P.Lauber		
				Bearb.	P.Lauber		
				Gepr.	P.Lauber		
				<b>TEKO</b>			Zeichnungs-Nr.
							07092021-16
				CAD Autodesk Inventor Professional 2021			Blatt
							1
							Format
							A4



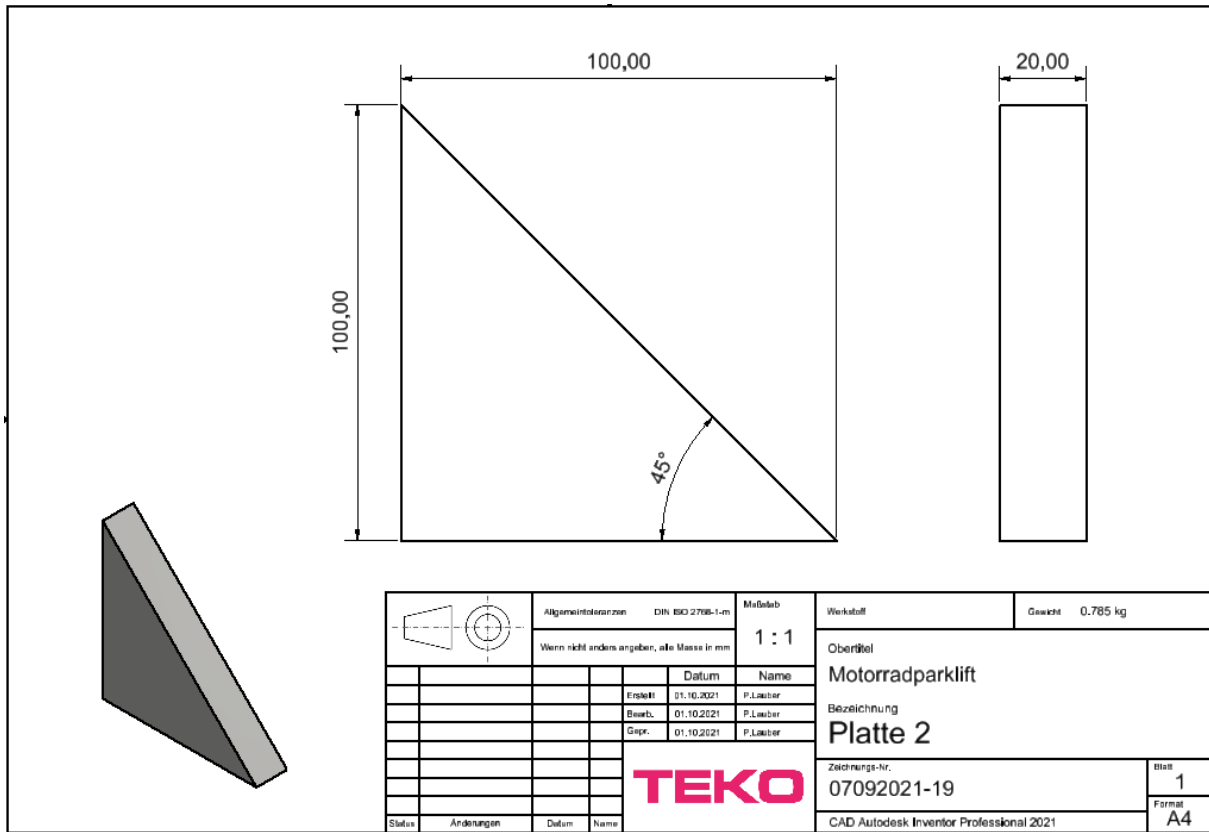
### 15.5.17 Kettenhalter

Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 1,699 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 2					
			Datum	Name		Oberitel			
			Erstellt	P.Lauber		Motorradparklift			
			Bearb.	P.Lauber		Bezeichnung			
			Gepr.	P.Lauber		Kettenhalter			
						Zeichnungs-Nr.		Blatt	
						07092021-17		1	
						CAD Autodesk Inventor Professional 2021		Format	
								A4	

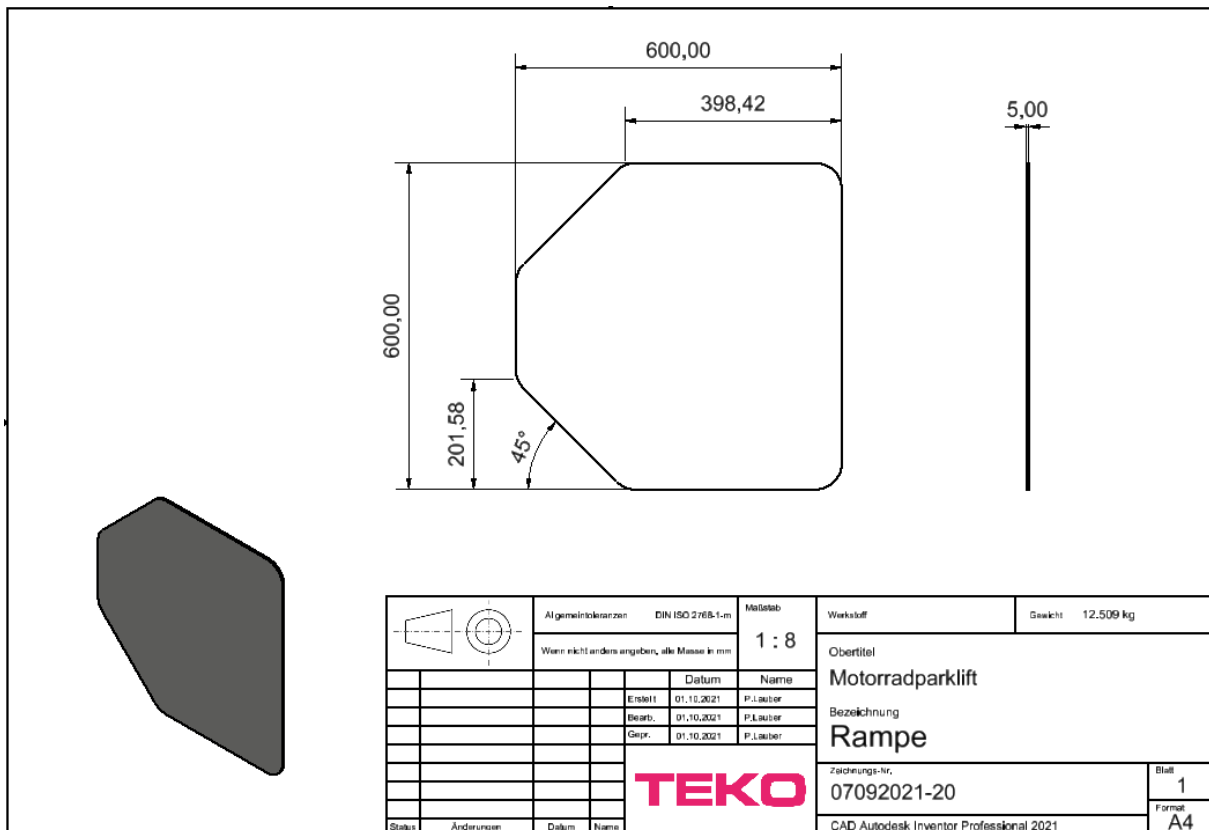
### 15.5.18 Platte 1

Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 3,925 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 5					
			Datum	Name		Oberitel			
			Erstellt	P.Lauber		Motorradparklift			
			Bearb.	P.Lauber		Bezeichnung			
			Gepr.	P.Lauber		Platte 1			
						Zeichnungs-Nr.		Blatt	
						07092021-18		1	
						CAD Autodesk Inventor Professional 2021		Format	
								A4	

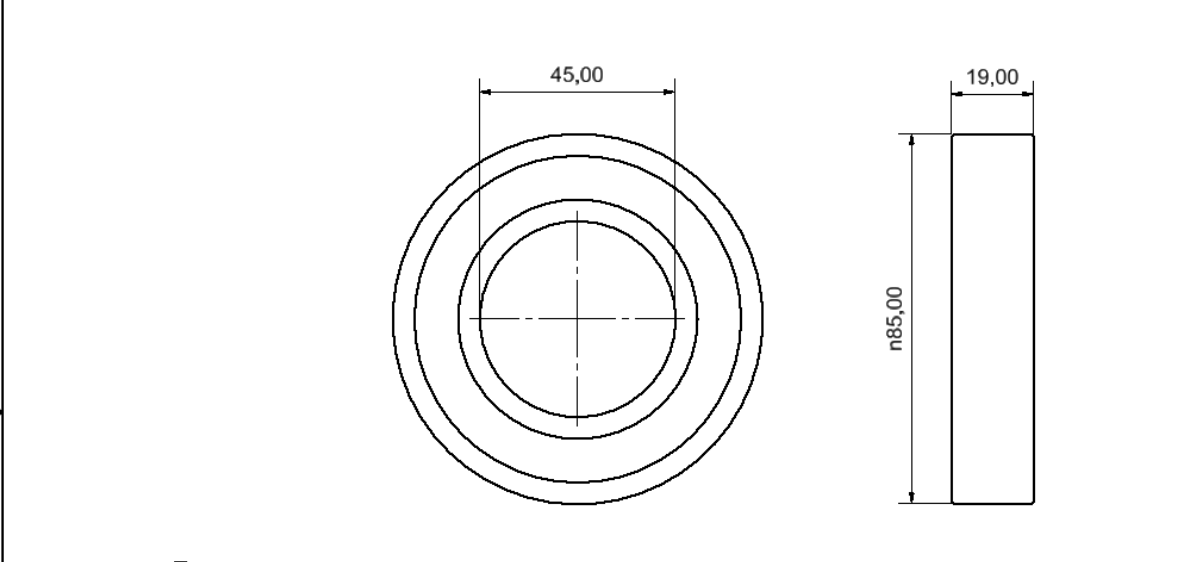
15.5.19 Platte 2



15.5.20 Rampe

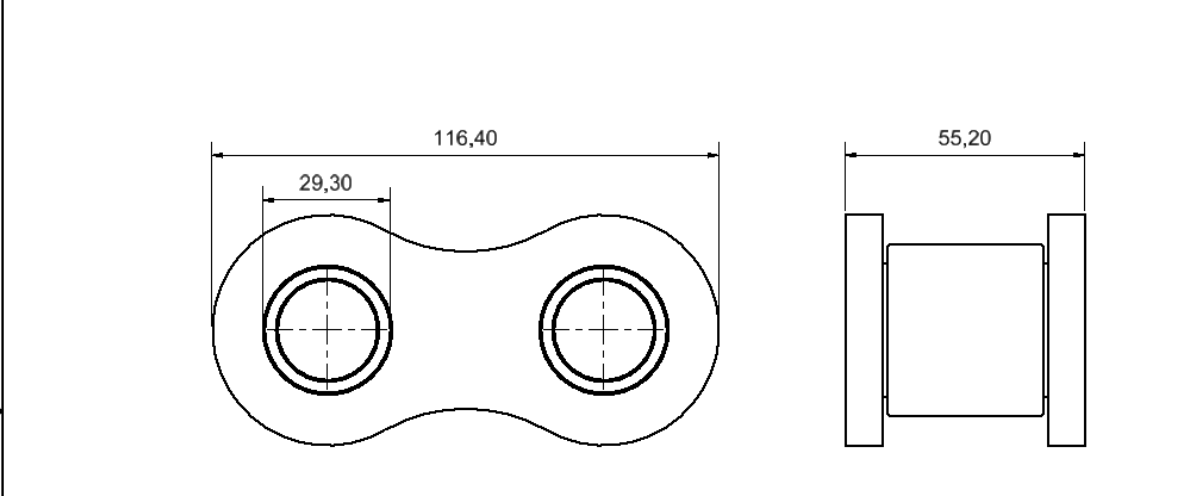


### 15.5.21 Rillenkugellager



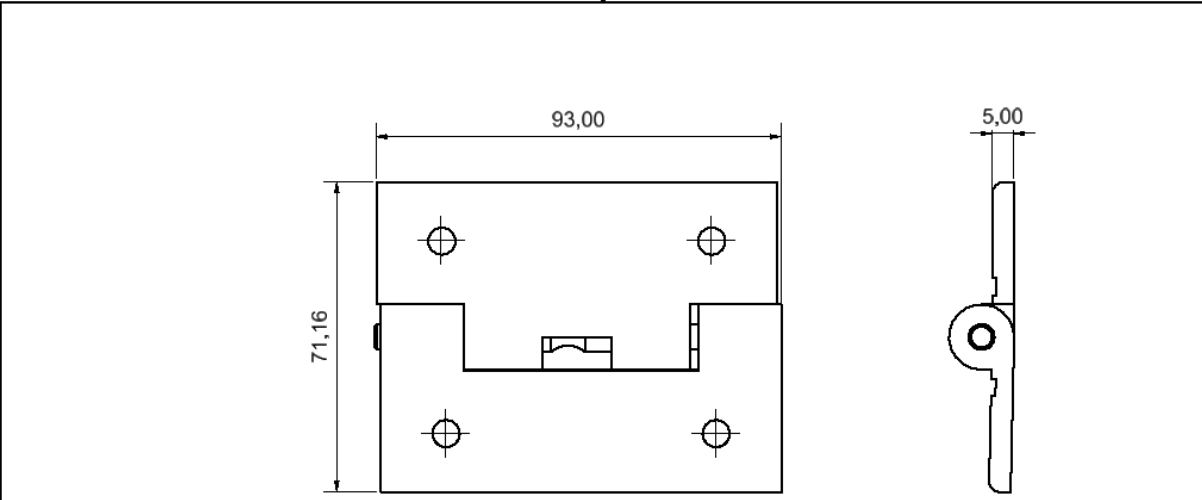
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 0,803 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 1					
				Datum	Name	Oberitel			
				Erstellt	01.10.2021	Motorradparklift			
				Bearb.	01.10.2021	Bezeichnung			
				Gepr.	01.10.2021	Rillenkugellager			
<b>TEKO</b>						Zeichnungs-Nr.		Blatt	
						07092021-21		1	
						Format		A4	
CAD Autodesk Inventor Professional 2021									

### 15.5.22 Rollenketten



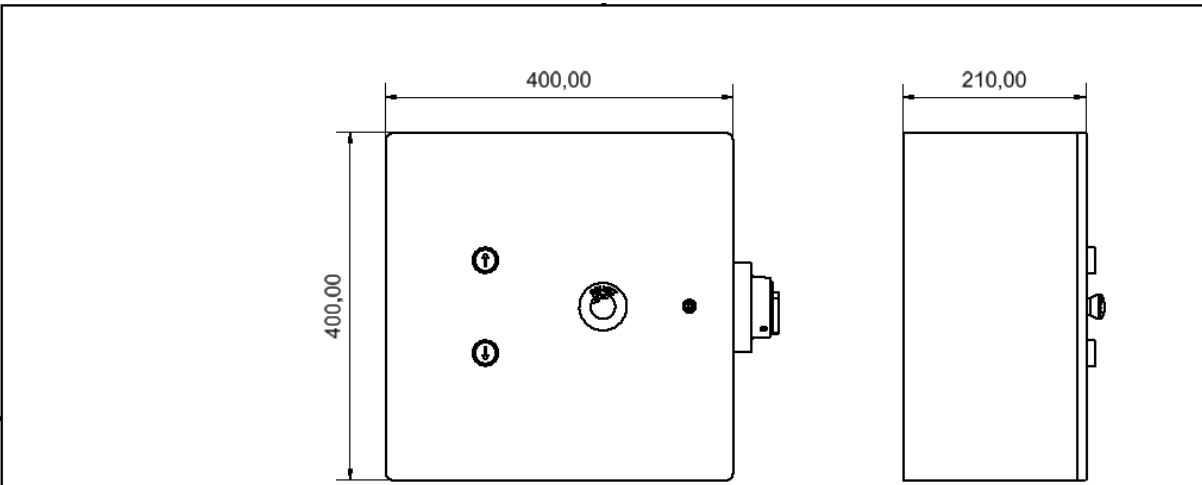
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 0,130 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 1					
				Datum	Name	Oberitel			
				Erstellt	01.10.2021	Motorradparklift			
				Bearb.	01.10.2021	Bezeichnung			
				Gepr.	01.10.2021	Rollenketten			
<b>TEKO</b>						Zeichnungs-Nr.		Blatt	
						07092021-22		1	
						Format		A4	
CAD Autodesk Inventor Professional 2021									

### 15.5.23 Scharnier



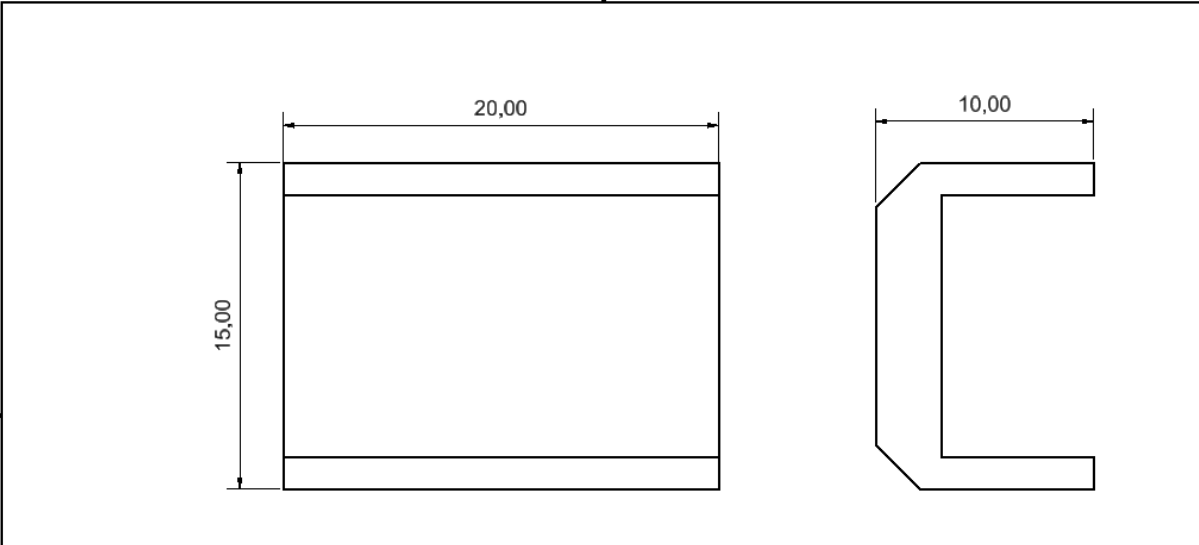
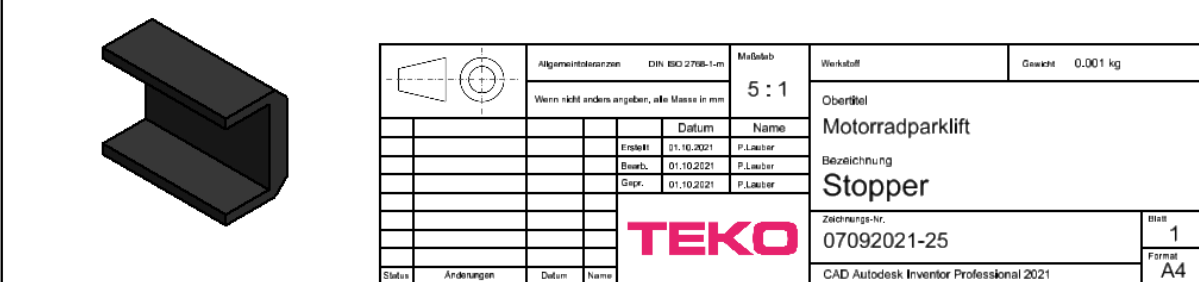
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 0,038 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1:1					
			Datum	Name		Oberitel			
			Erstellt	01.10.2021		P.Lauber			
			Bearb.	01.10.2021		P.Lauber			
			Gepr.	01.10.2021		P.Lauber			
						Bezeichnung			
						<b>Scharnier</b>			
						Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-23		Format A4	
Status		Änderungen		Datum		Name		CAD Autodesk Inventor Professional 2021	

### 15.5.24 Steuerkasten



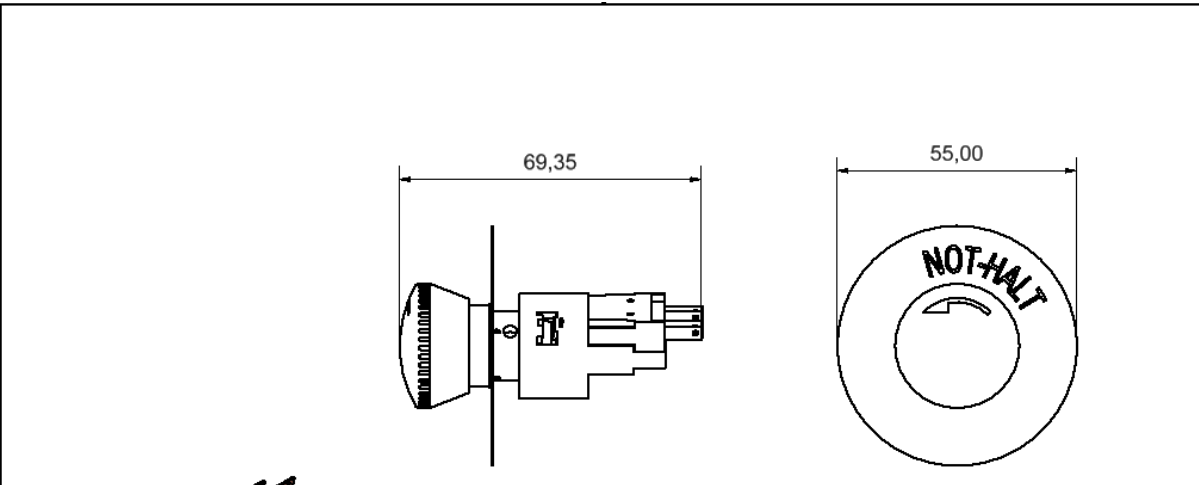
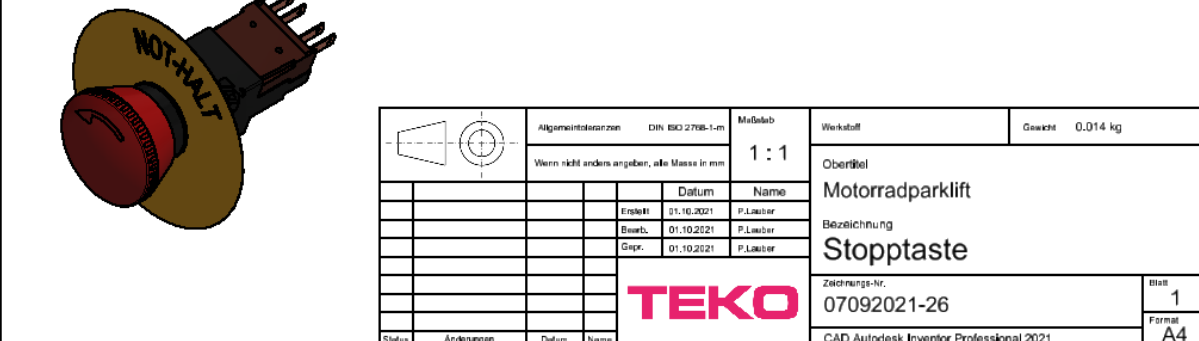
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 10,443 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1:5					
			Datum	Name		Oberitel			
			Erstellt	01.10.2021		P.Lauber			
			Bearb.	01.10.2021		P.Lauber			
			Gepr.	01.10.2021		P.Lauber			
						Bezeichnung			
						<b>Steuerkasten</b>			
						Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-24		Format A4	
Status		Änderungen		Datum		Name		CAD Autodesk Inventor Professional 2021	

### 15.5.25 Stopper

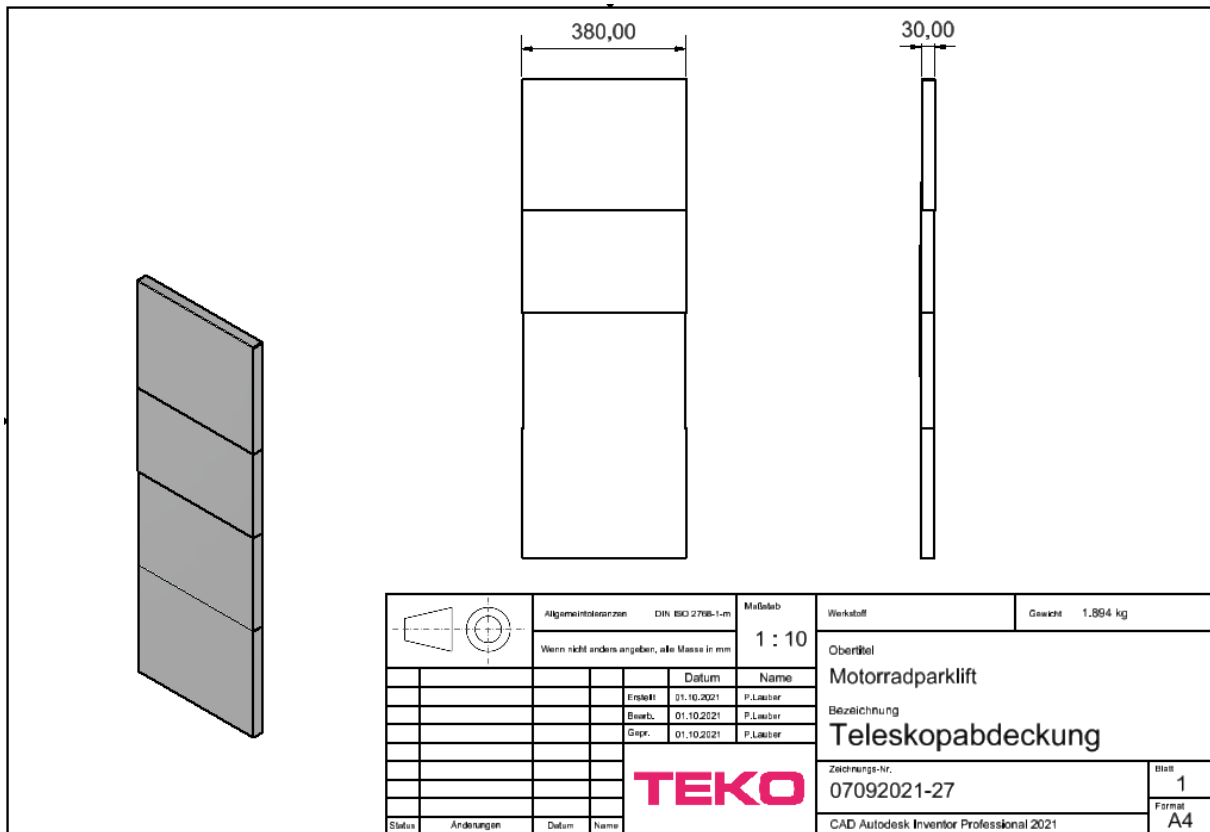
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 0,001 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				5 : 1		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt		P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb.		P.Lauber		Stopper			
		Gepr.		P.Lauber		Zeichnungs-Nr.			
						07092021-25			
						Blatt 1			
						Format A4			
						CAD Autodesk Inventor Professional 2021			
Status	Änderungen	Datum	Name	TEKO					

### 15.5.26 Stopptaste

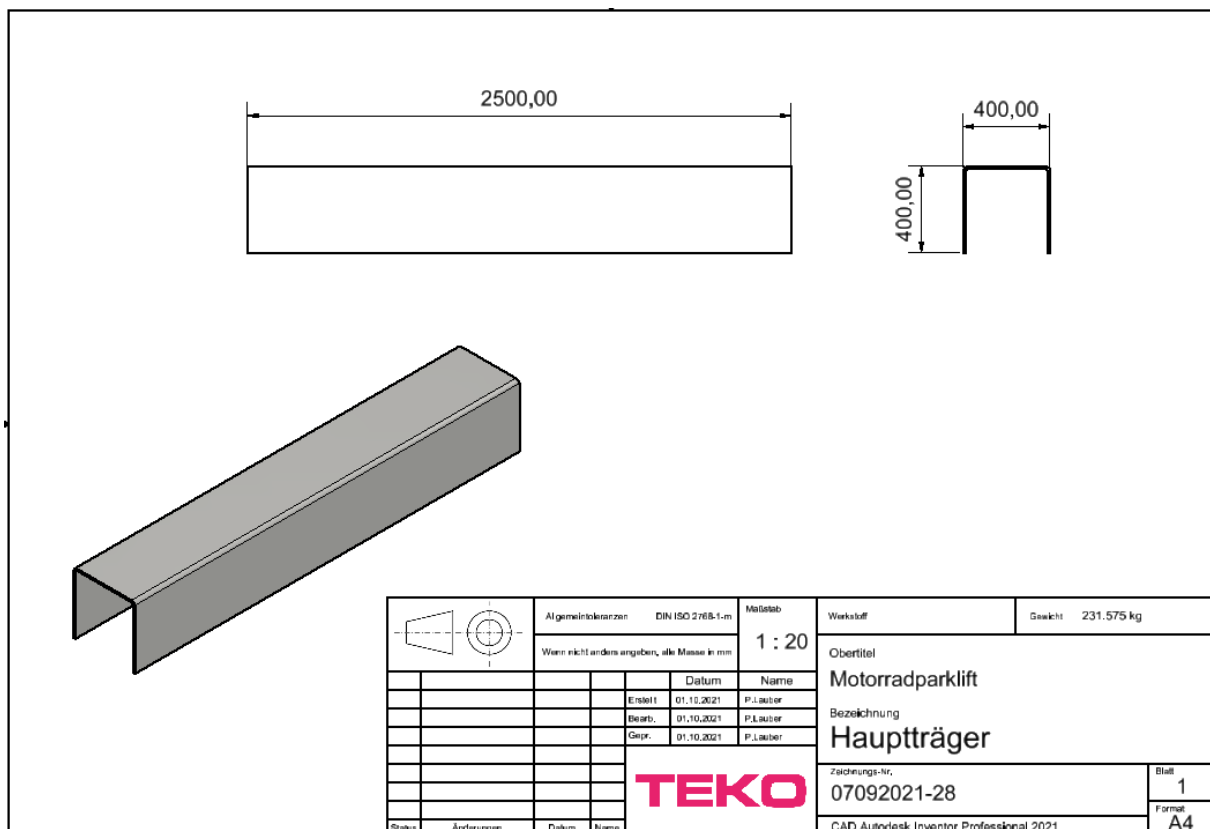



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 0,014 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1 : 1		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt		P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb.		P.Lauber		Stopptaste			
		Gepr.		P.Lauber		Zeichnungs-Nr.			
						07092021-26			
						Blatt 1			
						Format A4			
						CAD Autodesk Inventor Professional 2021			
Status	Änderungen	Datum	Name	TEKO					

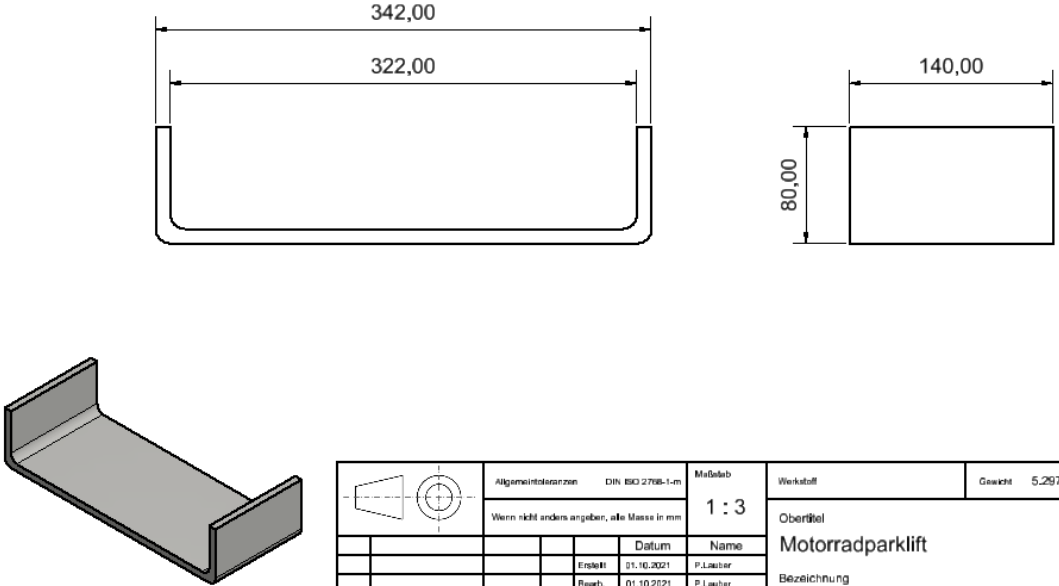
### 15.5.27 Teleskopabdeckung



### 15.5.28 Hauptträger

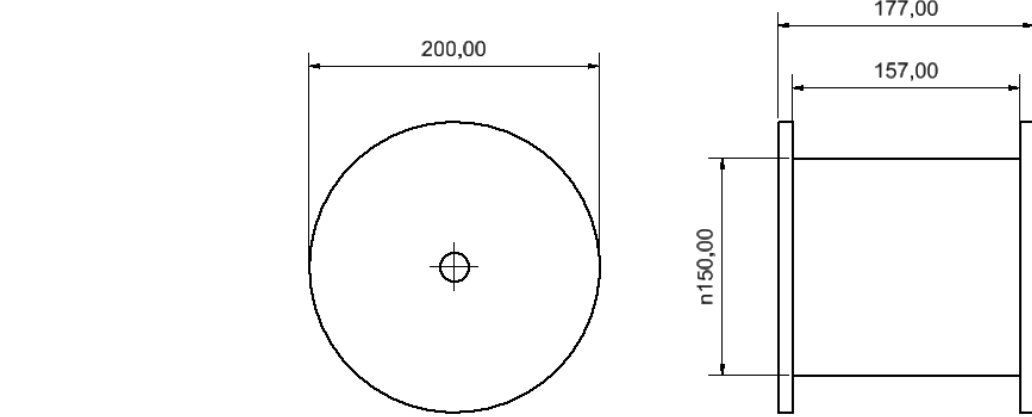


### 15.5.29 U-Profil



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 5,297 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1:3		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt	01.10.2021	P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb.	01.10.2021	P.Lauber		U-Profil			
		Gepr.	01.10.2021	P.Lauber		Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-29		Format A4	
Status		Änderungen		Datum		Name		CAD Autodesk Inventor Professional 2021	

### 15.5.30 Umlenkrolle



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht 26,275 kg	
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1:3		Oberitel			
		Datum		Name		Motorradparklift			
		Erstellt	01.10.2021	P.Lauber		Bezeichnung			
		Bearb.	01.10.2021	P.Lauber		Umlenkrolle			
		Gepr.	01.10.2021	P.Lauber		Zeichnungs-Nr.		Blatt 1	
						07092021-30		Format A4	
Status		Änderungen		Datum		Name		CAD Autodesk Inventor Professional 2021	

### 15.5.31 Vorderradwippe

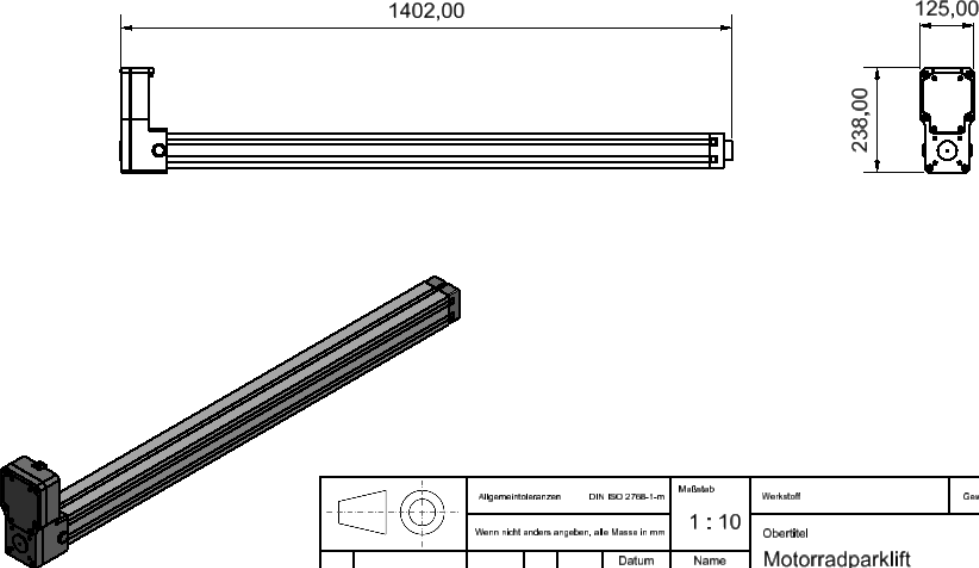
Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff		Gewicht	2,892 kg
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1:5	Oberitel			
				Datum	Name		Motorradparklift	
				Erstellt	01.10.2021		P.Lauber	
				Bearb.	01.10.2021		P.Lauber	
				Gepr.	01.10.2021		P.Lauber	
				<b>TEKO</b>		Zeichnungs-Nr.		Blatt
						07092021-31		1
						Format		A4
Status	Änderungen	Datum	Name	CAD Autodesk Inventor Professional 2021				

### 15.5.32 Zug-Druckkraftsensor

Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab	Werkstoff		Gewicht	0,333 kg
Wenn nicht anders angegeben, alle Masse in mm				1:1	Oberitel			
				Datum	Name		Motorradparklift	
				Erstellt	01.10.2021		P.Lauber	
				Bearb.	01.10.2021		P.Lauber	
				Gepr.	01.10.2021		P.Lauber	
				<b>TEKO</b>		Zeichnungs-Nr.		Blatt
						07092021-32		1
						Format		A4
Status	Änderungen	Datum	Name	CAD Autodesk Inventor Professional 2021				

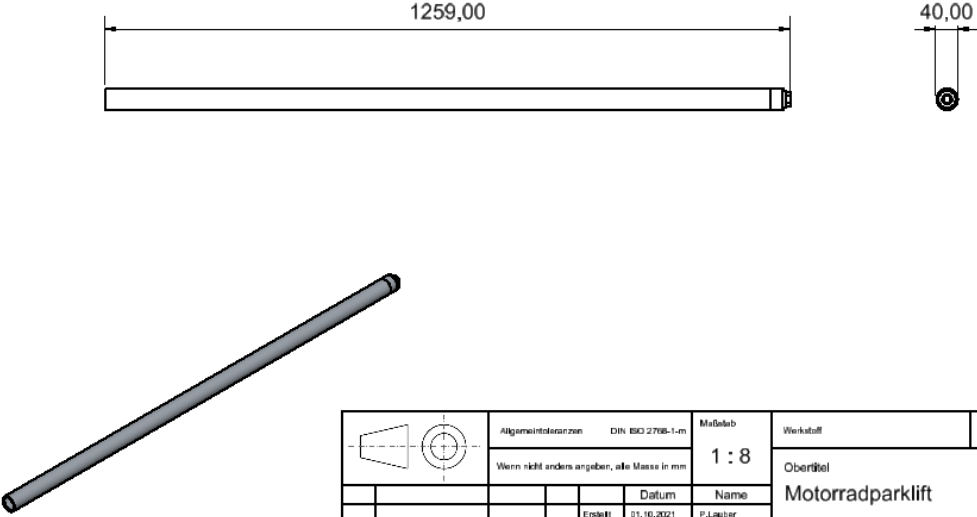


### 15.5.33 Zylindergehäuse



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht		5,000 kg		
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 10								
				Datum	Name	Oberitel						
				Erstellt	01.10.2021	P.Lauber	Motorradparklift					
				Bearb.	01.10.2021	P.Lauber	Bezeichnung					
				Gepr.	01.10.2021	P.Lauber	Zylindergehäuse					
							Zeichnungs-Nr.				Blatt	
							07092021-33				1	
							CAD Autodesk Inventor Professional 2021				Format	
											A4	
Status	Änderungen	Datum	Name									

### 15.5.34 Zylinderstange



Allgemeintoleranzen		DIN ISO 2768-1-m		Maßstab		Werkstoff		Gewicht		0,577 kg		
Wenn nicht anders angegeben, alle Maße in mm				1 : 8								
				Datum	Name	Oberitel						
				Erstellt	01.10.2021	P.Lauber	Motorradparklift					
				Bearb.	01.10.2021	P.Lauber	Bezeichnung					
				Gepr.	01.10.2021	P.Lauber	Zylinderstange					
							Zeichnungs-Nr.				Blatt	
							07092021-34				1	
							CAD Autodesk Inventor Professional 2021				Format	
											A4	
Status	Änderungen	Datum	Name									

## 15.6 Themeneingabe Diplomarbeit

---

<b>Name</b>	Lauber
<b>Vorname</b>	Philipp
<b>Adresse, Ort</b>	Fluhmattstrasse 6a, 6033 Buchrain
<b>Tel: P, G</b>	079 929 77 30
<b>E-Mail</b>	philipp.lauber@edu.teko.ch
<b>Klasse</b>	L-TMA-18-Do-b
<b>Fachgebiet</b>	Techniker HF Maschinebau
<b>Auftraggeber</b>	TEKO Luzern

---

**Thema** Eine alte, kleine Garage soll natürlich kein Hindernis sein ein Motorrad anzuschaffen. Aber was tun, wenn man Zuwenig Platz hat? Deshalb möchte ich einen Lift entwickeln mit der Möglichkeit ein Auto oder ein zweites Motorrad darunter zustellen. Ganz nach dem Motto "Mehr Platz für Ihre Träume".

**Kurzbeschreibung** Die Idee ein Motorradlift zu entwickeln, Berechnen und Konstruieren kam mir durch meinen Onkel (Götti) der ein Leidenschaftlicher Motorrad Fahrer ist und drei Motorrädern besitzt. Er äussert sich oft um den Platzmangel in der Garage. Deshalb soll das Problem durch ein Motorradlift gelöst werden sowie mehr Platz für andere Dinge schaffen. Weiter kann das Motorrad mit dem Lift auf eine angenehme Höhe positioniert werden, um so Servicearbeiten zu erledigen, wie z.B. Kette schmieren.

**Erfolgskriterien** Den Erfolg zeichnet dann aus wen die Konstruktion gemäss Kunde (Onkel) mit vollster Zufriedenheit erfüllt ist wie auch die Dimensionen und Sicherheitsmassnahmen berücksichtigt wurden.

Nach Abschluss der Projektarbeiten:

- Kann das Motorrad mit dem Lift angehoben und ein zweites Motorrad darunter gestellt werden
- Die Hubbewegung soll komplett mechanisch oder elektrisch ausgeführt werden (z.B. mit einem Hubzylinder)
- Materialien soll möglichst Nachhaltig und Umwelt gerecht ausgewählt werden
- Der Lift soll so konstruiert werden, dass die Traglast eines Motorrads halten kann

