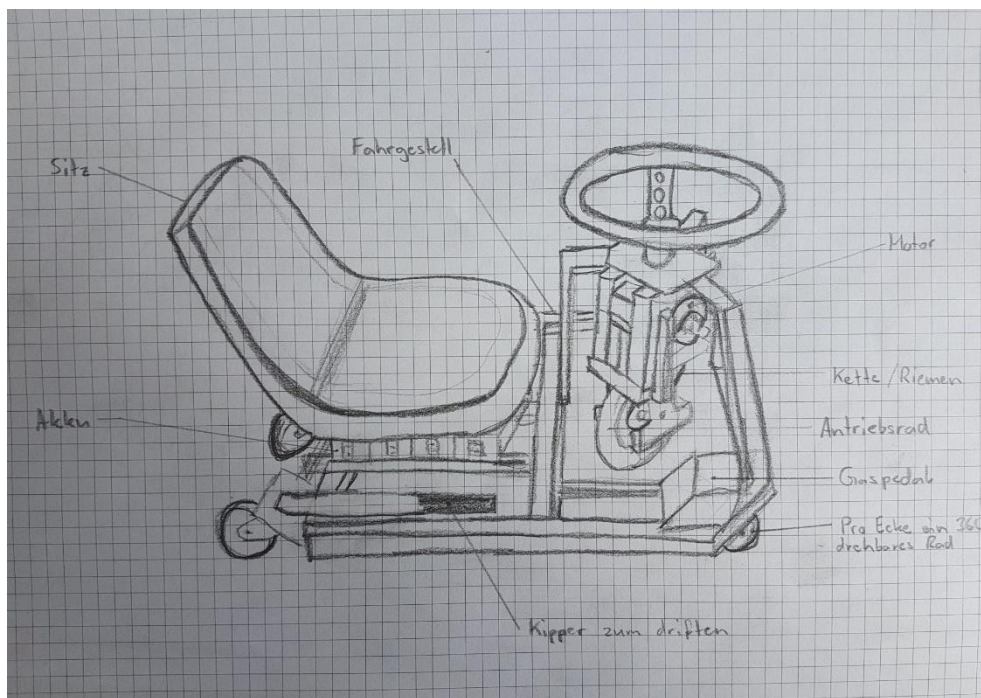


Diplomarbeit

Drifter

TEKO



Verfasser Marcel Nyffeler

Diplomlehrer Gerhard Schriber

Experte Admir Softic

Lehrgang TEKÖ Bern
Dipl. Techniker HF Maschinenbau

Abgabe 02.11.2020

1 Vorwort

Im Rahmen des Studiums zum Techniker Maschinenbau HF wird in jedem Semester eine Projektarbeit geschrieben. Der Umfang und das angeeignete Wissen erlauben uns immer komplexere Projekte umzusetzen. Nun bin ich im letzten Semester angelangt und schreibe die vorliegende Diplomarbeit. Ein passendes Thema beim Arbeitgeber zu finden war nicht einfach, denn in der Firma ist es sehr schwer schon so weit im Voraus ein zeitlich passendes Projekt zu finden. Passende Aufträge, wie zum Beispiel ein neues Spritzgusswerkzeug zu konstruieren, sind leider meist nur dann vorhanden, wenn ein Pharmakunde einen neuen Pen für ein neues Medikament bestellt. Diese Aufträge müssen dann sehr schnell ausgeführt werden, ansonsten bekommt unsere Konkurrenz diesen Auftrag. Zudem fand ich Gefallen an der Idee einmal ein ganz anderes Projekt zu realisieren. Dies erlaubt es mir meinen Horizont zu erweitern und neue Erfahrungen zu sammeln.

Da in der Firma Ypsomed kein terminlich passender Auftrag zu finden war, fiel die Entscheidung auf ein privates Projekt. Nach intensiver Suche entstand, inspiriert durch Internetvideos, die Idee zur Konstruktion eines Drifters. Es ist etwas ganz anderes als ein Spritzgusswerkzeug und eignet sich gut dafür alles Gelernte der Weiterbildung nochmals zu repetieren und in die Praxis umzusetzen.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt bei der Auslegung der Komponenten mit den dazugehörigen Berechnungen, sowie die Konstruktion inklusive Stückliste. Zur besseren Übersicht über das Projekt wird eine Projekt-Dokumentation erstellt.

2 Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	2
2	Inhaltsverzeichnis	3
3	Management Summary	7
4	Zur Person	8
5	Was ist driften?	9
6	Planen	10
6.1	Allgemeine Informationen	10
6.1.1	Funktion Crazy Carts	11
6.2	Anwendungsbereich	12
6.3	Marktanalyse	13
6.4	Projektplanung	14
6.5	Zeitrückmeldung	17
6.6	Anforderungsliste	18
7	Konzipieren	21
7.1	Brainstorming	21
7.2	Morphologischer Kasten	22
7.3	Auswertung morphologischer Kasten	24
7.3.1	Warum ein Elektromotor?	24
7.3.2	Auswahl Elektromotor	25
7.3.3	Kraftübertragung	35
7.3.4	Akkumulator	36
7.3.5	Werkstoff Rahmen	44
7.3.6	Rahmenprofil	44
7.3.7	Rahmenherstellung	44
7.3.8	Antriebsrad	45
7.3.9	Reifentyp	45
7.3.10	Stützräder	45
7.3.11	Wellenlagerung	46
7.3.12	Lagertyp	46
7.3.13	Lenkertyp	46
7.3.14	Driftmodus umschalten	47
7.3.15	Bremse	47
8	Entwerfen	48
8.1	Konstruktionsrichtlinien	48
8.2	SWOT Analyse und Risikoanalyse	49

8.2.1	SWOT Analyse	49
8.2.2	Risikoanalyse	50
8.2.3	Risiko Tabelle	50
8.2.4	Risiko Tabelle graphisch dargestellt	52
8.3	Sicherheitsvorschriften.....	53
8.4	Auslegung Motor	54
8.4.1	Radnabenmotor	54
8.4.2	Auslegung BLDC Motor.....	57
8.5	Auslegung Kette	60
8.6	Auslegung Antriebswelle.....	65
8.7	Auslegung Bremsen.....	69
8.8	Auslegung Akkumulator	71
8.9	Auslegung Lenkung.....	72
8.10	Auslegung Rahmen.....	75
8.11	Auslegung Hinterradwelle	79
8.11.1	360° drehbare Räder	82
8.12	Auslegung Sitz.....	83
9	Konstruktion	84
9.1	Der Aufbau	85
9.2	Stückliste	90
9.3	Montage	94
10	Kontrolle der Anforderungsliste.....	95
11	Lessons learned	99
12	Fazit / Ausblick.....	100
13	Schlusswort	100
14	Selbständigkeitserklärung	101
15	Anhang	102
15.1	Themeneingabe.....	102
15.2	Projektskizze.....	103
15.3	Rollwiderstandskoeffizient c_r	104
15.4	Strömungswiderstandskoeffizient c_w	105
15.5	Gesamtwirkungsgrad.....	106
15.6	Gleitreibungszahlen.....	107
15.7	E-Mail Statusbericht 03.10.20	108
15.8	Berechnung Klemmkraft.....	111
15.9	Auslegung Antriebswelle	112

15.10	Zeichnungen	115
15.11	Quellenverzeichnis und Datenblätter	130
15.11.1	Berechnungen	130
15.11.2	Radnabenmotor	130
15.11.3	Bürstenloser Gleichstrommotor.....	131
15.11.4	Controller 48V 1600W	134
15.11.5	Kette	137
15.11.6	Kettenspanner	138
15.11.7	Kettenblatt.....	139
15.11.8	Pedal	139
15.11.9	Zündschloss	140
15.11.10	ECO / Turbo Schalter	140
15.11.11	Antriebsrad	141
15.11.12	Bremsanlage	142
15.11.13	Bremsscheibe	143
15.11.14	Quelle Akkumulator:	144
15.11.15	Rohmaterial Rahmen.....	147
15.11.16	Flanschlagereinheit	147
15.11.17	Lenkrad	148
15.11.18	Rollen.....	149
15.11.19	Rohmaterial Handhebel	150
15.11.20	Griff.....	150
15.11.21	Sicherungsringe	151
15.11.22	Selbstsichernde Sechskantmutter M14x1,5.....	151
15.11.23	Rillenkugellager	152
15.11.24	Kartsitz.....	152
15.12	Kontakt mit SUVA	153
15.13	Kontakt mit Heinzmann	155
15.14	Kontakt mit E-wheels.ch.....	156
15.15	Kontakt mit Haso-velo.ch	157
15.16	Kontakt mit Hermap	158
15.17	Kontakt mit Alibaba	159
15.18	Kontakt mit Ali Express.....	160
15.19	Kontakt mit Elektromoped	161
15.20	Kontakt mit Cenkoo.....	163
15.21	Kontakt mit Keep-racing.....	165

15.22	Kontakt mit Mädlar	166
15.23	Kontakt mit Blickle.....	167
15.24	Abbildungsverzeichnis.....	168
15.25	Abbildungsquellenverzeichnis.....	169

3 Management Summary

Mit dieser Diplomarbeit soll eine schon lange vorhandene Idee umgesetzt werden. Es geht um die Konstruktion eines Drifters, soweit dass die Produktion starten kann.

Das Ziel dieser Arbeit ist, einen Drifter gemäss Anforderungsliste so zu konstruieren, dass am Schluss alle Forderungen eingehalten werden. Abgabetermin der Arbeit ist der 02. November 2020, die Herstellung ist Mitte 2021 geplant.

Die Ziele wurden erreicht. Der Drifter ist so weit ausgelegt, dass die Bestellung der Teile sowie der Beginn der Fertigung starten kann. Die Berechnungen der kritischen Teile wurden ausführlich durchgeführt.

Der Drifter wird durch einen 1,6 kW starken bürstenlosen Gleichstrommotor angetrieben. Dieser wird von einer Lithium-Ionen-Batterie gespeist. Die Kraftübertragung von Motor auf die Antriebsachse wird mittels eines Kettentriebes übertragen. Damit sollen Höchstgeschwindigkeiten von bis zu 50 km/h und ein Nenndrehmoment von 13 Nm sowie ein Spitzendrehmoment von ca. 60 Nm erreicht werden. Damit nicht immer mit maximaler Leistung gefahren werden muss, wird noch zusätzlich ein Turbo / ECO Schalter eingebaut. Bei der Auslegung der um 360° drehbaren Räder besteht noch Verbesserungspotential. Da die Zeit für weitere Recherchen nicht mehr reichte, wurde mit der bestehenden Idee gearbeitet. Die Verbindung zwischen Antriebsbaugruppe und Rahmen wird mit einem Festlager mit Flansch und einer Steuerwelle verbunden.

4 Zur Person

Personalien

Name, Vorname: Nyffeler Marcel
Adresse: Allmendstrasse 51
Wohnort: 3014 Bern
Handy: 079 727 53 05
Mail: marcel.nyffeler@edu.teko.ch
Geburtsdatum: 28.07.1994
Heimatort: Huttwil
Zivilstand: Ledig, keine Kinder
Hobbys: Leichtathletik, Skifahren

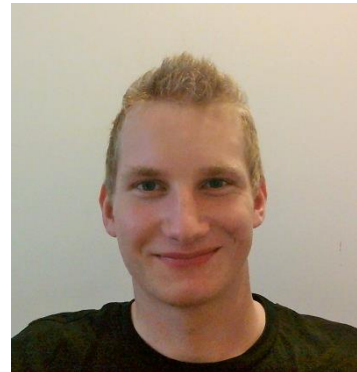


Abbildung 1 Foto Student

Besuchte Schulen

2001-2007: Primarschule Lützelflüh
2007-2010: Sekundarschule Lützelflüh
2010-2014: Berufsfachschule Langenthal
2017-2020: HF Maschinenbau TEKÖ Bern

Sprachen

Deutsch (Muttersprache)
Französisch und Englisch (Schulkentnisse)

Berufliche Tätigkeiten

Ausbildung: 2010- 2014 Polymechaniker (Firma Ypsomed)

Arbeitseinstellungen: 2015- 31.08.2015
Werkzeugbau Solothurn (Firma Ypsomed)
31.08.2015- 01.12.2017
Werkzeugbau Burgdorf (Firma Ypsomed)
01.12.2017-
Werkzeugkonstruktion (Firma Ypsomed)

Spezielle Fähigkeiten

Teamplayer
Sehr gute Kenntnisse über Spritzgusswerkzeuge

5 Was ist driften?

Driften ist eine Fahrweise, in welcher das Fahrzeug in einer Kurve seitlich zur eigenen Längsachse bewegt und die Hinterachse kontrolliert ausbricht. Dabei liegt die Kunst darin, den eigentlich instabilen Zustand des Fahrzeugs besonders lang und sicher aufrechtzuerhalten.

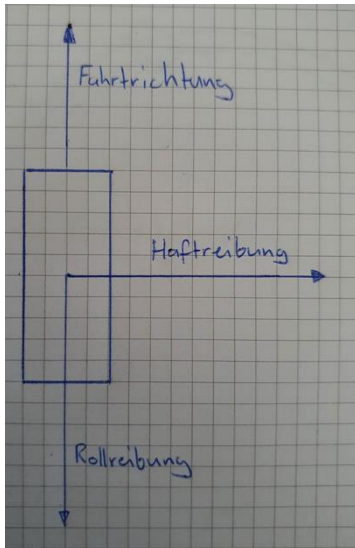


Abbildung 2 Reifen von Oben

Dies wird erreicht, wenn z.B. am Anfang der Kurve durch Bremsen oder Durchdrehen der zwei hinteren Räder die Haftreibung zwischen Reifen und Boden unterbrochen wird. Die Fliehkraft ist dann höher als die Zentripetalkraft und der Schwerpunkt des Fahrzeuges bricht aus. Wenn das passiert, muss mit den durch die Haftreibung immer noch kontrollierten Vorderrädern, entgegengesteuert werden und zwar so viel, wie das Heck ausgebrochen ist. Das heisst: während des Driftens herrscht nur Gleitreibung auf den Hinterrädern. Damit am Ende der Kurve der Schwerpunkt wieder zurück auf die Linie der

Vorderradachse geht, muss die Drehzahl der Hinterräder an die Drehzahl der Vorderräder angepasst werden. So wechselt die Gleitreibung wieder zur Haftreibung. Zugleich muss der Versatz vom Heck auch wieder entgegengesteuert werden.

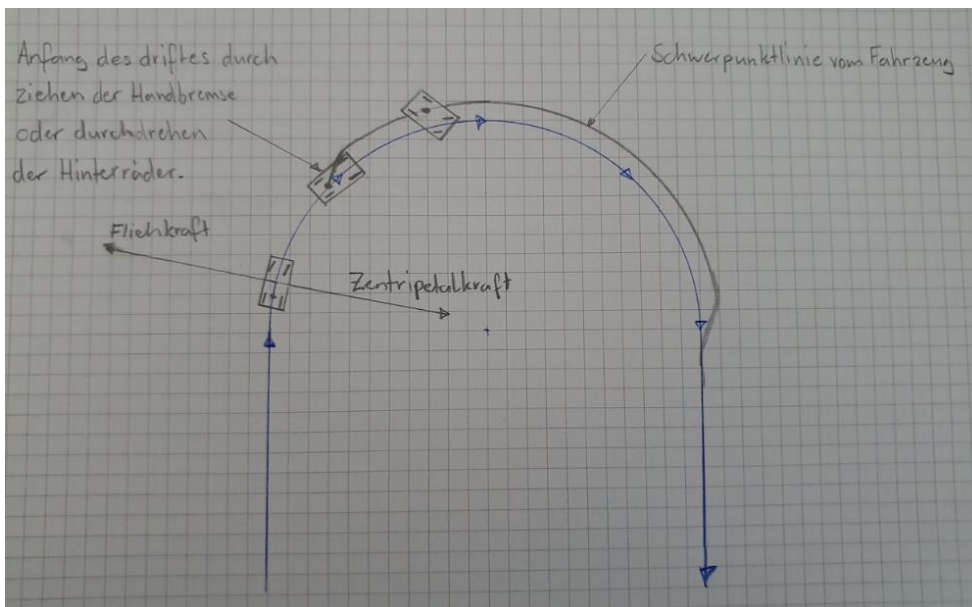


Abbildung 3 Drift Fahrtlinien

6 Planen

6.1 Allgemeine Informationen

Im Internet können zwei Arten von Driftern gefunden werden. Zum einen gibt es die kartähnlichen Drifter (Abb. 4) und zum andern die trikeähnliche Drifter (Abb. 5).



Abbildung 4 Crazy Cart von Razor



Abbildung 5 Trike Drifter von Razor

Mein Drifter wird ähnlich wie der Crazy Cart konstruiert, denn dieses Fahrzeug ist besser kontrollierbar als der Trike Drifter. Ein weiterer Vorteil des Crazy Cart ist, dass durch aufziehen und runterdrücken des rechten Hebels einfach vom Driftmodus zum normalen Fahrmodus gewechselt werden kann. Somit ist dieser Drifter sicherer und kann auch für schnellere Geschwindigkeiten ausgelegt werden.

6.1.1 Funktion Crazy Carts

Das Herzstück ist der Motor, welcher unter dem Lenkrad verbaut ist. Unter dem Motor befindet sich das Antriebsrad. Bremsen sind bei diesem Crazy Cart nicht vorhanden. Gebremst wird mit der Unterbrechung der Leistungszufuhr und dem Ausrollen. Der Akkumulator befindet sich entweder unter der Abdeckung des Antriebsrades oder unter dem Fahrersitz. Das Fahrzeug hat fünf Räder, von denen aber beim Geradeausfahren nur drei Bodenkontakt haben. Es sind die zwei Hinterräder und das Antriebsrad. Nur beim Kurvenfahren kommt eines der vorderen zwei Abstützräder zu Boden. Der Hebel auf der rechten Seite, ist zum Wechseln vom Normalfahrmodus zum Driftmodus. Durch ziehen des Handhebels stellen sich die hinteren zwei Räder senkrecht auf und können sich nun um 360° drehen. Der Hebel muss während der Kurvenfahrt hochgezogen und gehalten werden, damit der Driftmodus aktiv bleibt. Wenn jetzt eingelenkt wird, drehen sich die Hinterräder frei. Somit verschiebt sich der Schwerpunkt nach aussen, weil die Zentripetalkraft nicht mehr wirkt und deshalb kleiner als die Fliehkraft ist. Damit wird der gleiche Effekt erzeugt, wie beim Driften mit einem Fahrzeug ohne 360° drehbare Räder. Der Unterschied ist, dass der Wechsel von der Haftreibung in die Gleitreibung nicht wie beim normalem Driften mit bremsen oder durchdrehen der Hinterräder eingeleitet wird, sondern die Haftreibung gar nicht unterbrochen wird. Der Rahmen ist meistens aus Vierkantrohren oder Rundrohren aus Stahl hergestellt.



Abbildung 6 Crazy Cart von Razor

6.2 Anwendungsbereich

Von organisierten Plausch Veranstaltungen bis hin zu spontanen Ausfahrten existieren diverse Verwendungsmöglichkeiten. Am häufigsten wird der Drifter jedoch von Privatpersonen, welche alleine oder mit Freunden Runden oder Parcours fahren, verwendet. Da diese Fahrzeuge keine Strassenzulassung haben, muss auf abgesperrtem Terrain gefahren werden. Dazu eignen sich private Hinterhöfe, Skateparks, Lagerhallen oder leere Parkfelder. Es gibt auch Privatveranstaltungen, bei denen mehrere Teilnehmer z.B. auf einer Kartbahn ein Rennen oder eine Drift-Challenge absolvieren.



Abbildung 7 Drifter Rennen auf Kartbahn

6.3 Marktanalyse

Da ein Drifter keinen konkreten wirtschaftlichen Nutzen hat, ist der Verkauf nicht üblich. Einziger nicht privater Verkäufer, welcher Drifter in grösseren Mengen verkauft ist die Firma Razor. Sie verkauft den vorher beschriebenen Crazy Cart. Ansonsten wird dieses Produkt mehrheitlich von begeisterten Hobbybastlern an Freunde und Sammler verkauft. Design und Innovationsgrad der Konstruktion wird in diesen Kreisen mit Freude bewertet und sorgt für Ansehen.

Es handelt sich also um einen Nischenmarkt, der zudem eher geringe Aktivität aufweist. All dies brachte mich zum Schluss, meinen Drifter nicht für kommerzielle Zwecke zu konstruieren.

6.4 Projektplanung

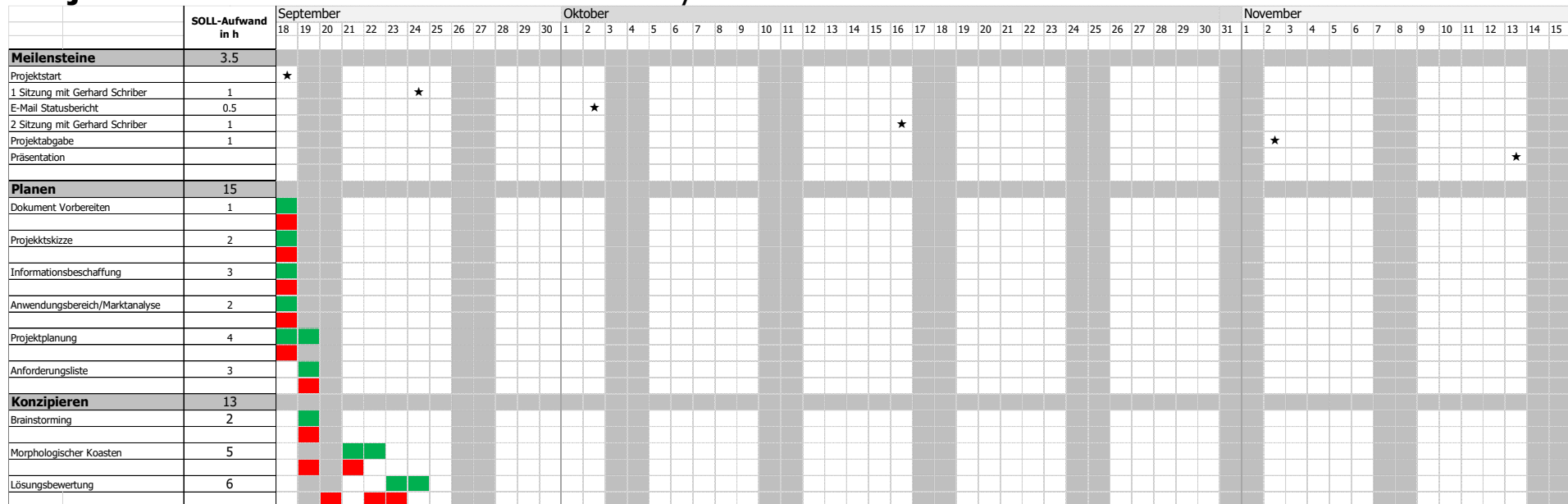
Für einen detaillierten Überblick, wird ein Projektplan erstellt. Damit dieser hilfreich ist, muss er aktuell gehalten werden. So kann jederzeit leicht festgestellt werden, ob die Arbeit im Rückstand oder auf Kurs ist. Durch regelmässiges eintragen der Arbeitsstunden, können diese gut überblickt werden. Auch das Gesamttotal der Arbeitszeit wird ersichtlich. Zudem dient der Vergleich der geplanten mit den tatsächlichen Arbeitsstunden dazu, Schlüsse für die Zeitplanung von nachfolgenden Projekten zu ziehen. Damit nichts vergessen geht, wird eine Projektskizze erstellt, in der nochmals der ganze Auftrag grob zusammengefasst wurde. Die Projektskizze befindet sich im Anhang.

Am Ende der Arbeit wird festgestellt, dass ca. 20 Stunden mehr Arbeit als bei der Projektplanung vorgesehen, gebraucht wird. Die Differenz ist bei den Berechnungen und den Abklärungen mit den Lieferanten zustande gekommen.

Projektplan - Drifter

Projekttitel
Projektstart
Projektende
Projektleiter

Drifter
 18.09.2020
 02.11.2020
 Marcel Nyffeler



DA-2020 Drifter

Planen

6.5 Zeitrückmeldung

Arbeitszeitkontrolle Sept.

		Arbeitstag		Pause	Arbeitszeit
		Beginn	Ende		
01.	Dienstag				
02.	Mittwoch				
03.	Donnerstag				
04.	Freitag				
05.	Samstag				00:00
06.	Sonntag				00:00
07.	Montag				
08.	Dienstag				
09.	Mittwoch				
10.	Donnerstag				
11.	Freitag				
12.	Samstag				00:00
13.	Sonntag				00:00
14.	Montag				
15.	Dienstag				
16.	Mittwoch				
17.	Donnerstag				
18.	Freitag	08:30	17:30		09:00
19.	Samstag	09:00	17:30	01:00	07:30
20.	Sonntag	20:00	22:00		02:00
21.	Montag	18:00	19:30		01:30
22.	Dienstag	20:00	22:30		02:30
23.	Mittwoch	20:00	22:00		02:00
24.	Donnerstag	08:00	18:00	01:00	09:00
25.	Freitag	09:00	17:00	01:30	06:30
26.	Samstag	11:00	17:00	01:00	05:00
27.	Sonntag				00:00
28.	Montag	20:30	22:30		02:00
29.	Dienstag	21:00	22:00		01:00
30.	Mittwoch				

SOLL Arbeitszeit (in Stunden): 00:00
 IST Arbeitszeit (in Stunden): 48:00
 Differenz Monatsarbeitszeit: 48:00
 Übrige Urlaubstage: 0
 Urlaubsbezug September in Tagen: 0
 Kranktage September: 0

Arbeitszeitsaldo September: 48:00

Arbeitszeitkontrolle Okt.

		Arbeitstag		Pause	Arbeitszeit
		Beginn	Ende		
01.	Donnerstag	09:00	17:00	01:00	07:00
02.	Freitag	09:30	17:00	01:30	06:00
03.	Samstag				00:00
04.	Sonntag	11:00	17:00		06:00
05.	Montag	21:30	22:00		00:30
06.	Dienstag	21:00	21:30		00:30
07.	Mittwoch	20:30	22:00		01:30
08.	Donnerstag	08:30	17:30	01:00	08:00
09.	Freitag	09:00	20:00	02:00	09:00
10.	Samstag	09:00	12:00		03:00
11.	Sonntag	11:00	15:00		04:00
12.	Montag	21:30	22:00		00:30
13.	Dienstag	21:00	21:30		00:30
14.	Mittwoch	20:00	22:00		02:00
15.	Donnerstag	11:00	20:00	02:00	07:00
16.	Freitag	09:00	18:00	01:30	07:30
17.	Samstag	11:00	15:00		04:00
18.	Sonntag				00:00
19.	Montag	20:00	22:00		02:00
20.	Dienstag	19:30	22:00		02:30
21.	Mittwoch	19:30	23:00	01:00	02:30
22.	Donnerstag	09:00	18:30	01:00	08:30
23.	Freitag	09:30	20:00	01:30	09:00
24.	Samstag	09:00	23:00	04:00	10:00
25.	Sonntag	11:00	15:00		04:00
26.	Montag	21:00	22:30		01:30
27.	Dienstag	20:30	21:30		01:00
28.	Mittwoch	20:30	22:00		01:30
29.	Donnerstag	09:00	20:00	02:00	09:00
30.	Freitag	08:30	21:00	03:00	09:30
31.	Samstag	08:30	15:00	01:00	05:30

SOLL Arbeitszeit (in Stunden): 00:00
 IST Arbeitszeit (in Stunden): 133:30
 Differenz Monatsarbeitszeit: 133:30
 Übrige Urlaubstage: 0
 Urlaubsbezug Oktober in Tagen: 0
 Kranktage Oktober: 0

Arbeitszeitsaldo Tot.: 181:30

Arbeitszeitkontrolle Nov.

		Vormittag		Pause	Arbeitszeit
		Beginn	Ende		
01.	Sonntag	10:30	18:00		07:30
02.	Montag				00:00
03.	Dienstag				00:00
04.	Mittwoch				00:00
05.	Donnerstag				00:00
06.	Freitag				00:00
07.	Samstag				00:00
08.	Sonntag				00:00
09.	Montag				00:00
10.	Dienstag				00:00
11.	Mittwoch				00:00
12.	Donnerstag				00:00
13.	Freitag				00:00
14.	Samstag				00:00
15.	Sonntag				00:00
16.	Montag				00:00
17.	Dienstag				00:00
18.	Mittwoch				00:00
19.	Donnerstag				00:00
20.	Freitag				00:00
21.	Samstag				00:00
22.	Sonntag				00:00
23.	Montag				00:00
24.	Dienstag				00:00
25.	Mittwoch				00:00
26.	Donnerstag				00:00
27.	Freitag				00:00
28.	Samstag				00:00
29.	Sonntag				00:00
30.	Montag				00:00

SOLL Arbeitszeit (in Stunden): 00:00
 IST Arbeitszeit (in Stunden): 7:30
 Differenz Monatsarbeitszeit: 07:30
 Übrige Urlaubstage: 0
 Urlaubsbezug November in Tagen: 0
 Kranktage November: 0

Arbeitszeitsaldo Tot: 189:00

6.6 Anforderungsliste

Die Anforderungsliste wird mit Hilfe des Pflichtenhefts erstellt. In meinem Fall ist die Themeneingabe das Pflichtenheft. Die Themeneingabe befindet sich im Anhang.

Anforderungsliste			
F=Forderung W=Wunsch	Projekt: Drifter		Bearbeiter: Marcel.N
Anforderungen			
F / W	Nr.	Bezeichnung	Werte, Daten, Erläuterungen, Änderungen
F	0	Funktion:	
F		Drifter mit regulierbarem Antrieb (E-Motor), sowie den benötigten Komponenten zum Fahren (Bremsen, Lenkung, Sitz)	
	1	Geometrie:	
F	1.1	Max. Länge	1.2m
F	1.2	Max. Breite	0.8m
F	1.3	Max. Höhe	0.7m
	2	Kinematik:	
W	2.1	Max Geschwindigkeit	50Km/h
F	2.2	Min Geschwindigkeit	20Km/h
W	2.3	Motorleistung	max. 60V max.2000W
W	2.4	Beschleunigung auf v_{max}	10s
	3	Kräfte:	
F	3.1	Eigengewicht	Max. 100KG
F	3.2	Masse Mensch	Max. 120KG

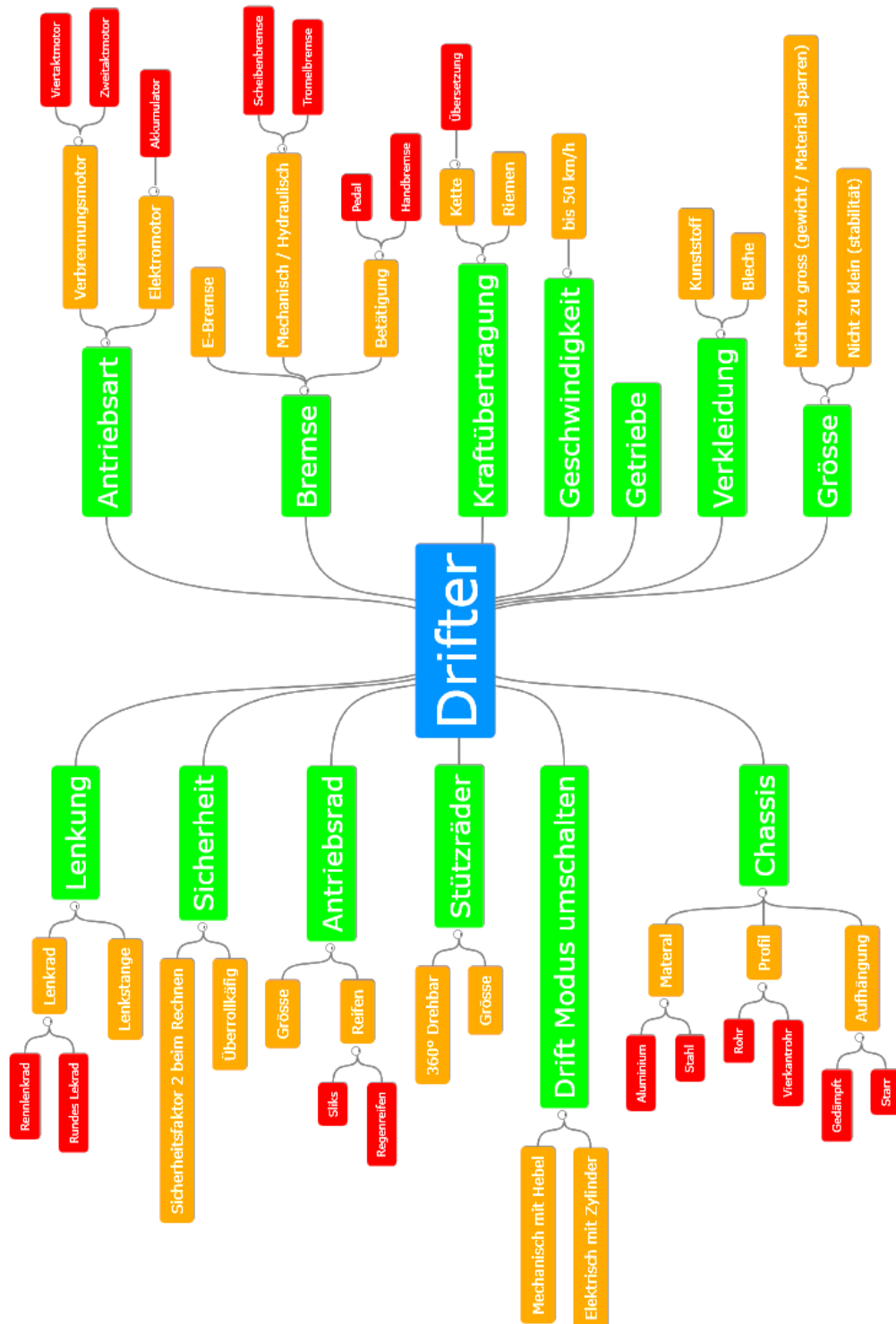
F	3.3	Stabile Ausführung	
	4	Energie:	
F	4.1	Angetrieben durch Motor	Elektrisch
F	4.2	Akkumulator	max. 60V
W	4.3	Leistung drosselbar	
	5	Informationen:	
W	5.1	Ständige Anzeige der Geschwindigkeit.	
W	5.2	Akkumulator Laufzeit	
F	5.3	Das eine Dokumentation mitsamt 3D Modell, Zeichnungen und Stückliste vorhanden ist.	
	6	Sicherheit	
F	6.1	Sichere und stabile Ausführung	Tiefer Schwerpunkt
F	6.2	Verletzungsgefahr geringhalten	Abdeckungen
W	6.3	Keine scharfkantigen Teile	
W	6.4	Sicher gegen Überhitzung	
F	6.6	Konstruktionssicherheit	s>2
F	6.7	Bremse einbauen	
	7	Ergonomie	
F	7.1	Schnelle und einfache Bedienung	
W	7.2	Qualitativ gute Elemente	
W	7.3	Kostengünstige Materialien	
	8	Fertigung	
F	8.1	Einfache Bauteile	
F	8.2	Prototyp	1 Stk.
F	8.3	Einfache Montage	
F	8.4	Gebrauch von Normteilen	

	9	Gebrauch	
F	9.1	Bedienung ohne Werkzeuge	
F	9.2	Schnell einsetzbar	
F	9.3	Langlebigkeit	5 Jahre
W	9.4	Ohne Bedienungsanleitung verwendbar	
	10	Instandhaltung	
F	10.1	geringe Wartung	
	11	Kosten	
F	11.1	Materialkosten möglichst geringhalten	Max. 1750Fr.
	12	Einsatzgebiet	
F	12.1	Asphalt Boden	

7 Konzipieren

7.1 Brainstorming

Um Ideen zu sammeln und um sie zu strukturieren, wird vorab ein Mind-Map erstellt. Es ermöglicht auch, sich einen groben Überblick über die Thematik zu verschaffen.



7.2 Morphologischer Kasten

Es gibt viele Möglichkeiten einen Drifter zu konstruieren. Mit Hilfe des morphologischen Kastens findet sich aus verschiedenen Wirkprinzipien das optimale Lösungsprinzip. Dieser morphologische Kasten zeigt insgesamt $4 \cdot 251 \cdot 528$ verschiedene Lösungsmöglichkeiten. Die rote Linie zeigt den unbewerteten Lösungsweg (erstes Bauchgefühl). Nach der Bewertung der Teilfunktionen wurde der mit schwarz eingezeichnete Lösungsweg gewählt.

Lösungs- variante Teilfunktion	1	2	3
Antrieb			
Antriebsart	Elektromotor	Verbrennungsmotor	
Elektromotor	Bürstenloser DC Motor	Radnabenmotor	
Kraftübertragung	Kette	Riemen	Zahnradgetriebe
Akkumulator			
Akkumulator	Lithium-Ionen-Akku	Eigenbau aus Lithium Ionen Zellen 18650	Blei Gel
Rahmen			
Werkstoff	Aluminium	Carbon	Stahl
Profile	Quadratisches Vierkantrohr	Rund Rohr	Rechteckiges Vierkantrohr
Rahmen Herstellung	Schweissen	Verschrauben	Fräsen
Räder			
Antriebsrad	Velo Rad	Mini Quad Rad	E-Scooter Rad
Reifentyp	Reifen mit Schlauch	Schlauchlose Reifen	Vollgummireifen
Stützräder	360° drehbare Räder	Hinterräder 360° drehbar, vorne zwei Abstützungen	Hinterräder 360° drehbar, vorne zwei Kugelrollen
Lager			
Wellenlagerung	Gleitlager	Wälzlager	
Lagertyp	Kugellager	Rillenkugellager	Tonnenlager

Lenkung			
Lenkertyp	Stangenlenkung	Steuerrad	Rennlenkrad
Drift Modus umschalten	Knopfdruck, elektrisch mit Zylinder	Fusspedal	Handhebel
Bremse			
Bremse	Scheibenbremse	Backenbremse	Trommelbremse

7.3 Auswertung morphologischer Kasten

Bezeichnung	Erklärung	Punkte	
GW	Gewichtungsfaktor	0	ungenügend
Pkt.	Punkte	1	gerade noch tragbar
GP	Gewichtung x Punkte	2	ausreichend
		3	gut
		4	sehr gut

Lösungen welche einen oder mehrere Nullen enthalten entfallen, da diese nicht brauchbar sind.

7.3.1 Warum ein Elektromotor?

Die Antriebsart ist in der Anforderungsliste vorgegeben. Trotzdem wurde überprüft, ob das die richtige Wahl ist. Die Laufruhe eines Elektromotors ist bedeutend grösser als die eines Verbrennungsmotors. Dies steht in direktem Zusammenhang mit den hohen Vibrationen, die beim Bewegen der Zylinder und beim Verbrennen des Treibstoffes im Verbrennungsmotor entstehen. Zudem haben Elektromotoren einen höheren Wirkungsgrad, somit also weniger Verluste. Ein weiterer Vorteil ist, dass keine Abgase ausgestossen werden, die Luftqualität muss somit nicht unter Abgasemissionen leiden.

Teilfunktion		Antriebsart		
Varianten		1	2	
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	
Gewicht	2	4	3	
Grösse	2	4	3	
Leistung	2	4	4	
Kosten	1	3	3	

Damit der Drifter möglichst leicht, klein und kompakt wird. Ist die Wahl vom Elektromotor relativ leichtgefallen. Zudem ist der Elektromotor auch nicht so lärmig und ist umweltfreundlicher als der Verbrennungsmotor.

Summe	27	23	0
-------	----	----	---

7.3.2 Auswahl Elektromotor

Um den optimalen Fahrspass zu garantieren, benötigt der Drifter einen Antrieb. Da der Motor das Herzstück des Fahrzeugs ist, muss dieser ausgewählt werden, bevor mit der Konstruktion begonnen wird. Damit der Motor möglichst Wartungsfrei ist, sollte möglichst ein Bürstenloser Elektromotor gewählt werden. Da von innen nach aussen konstruiert wird, ist der Motor das erste was ausgelegt werden muss. Auf dem Markt sind diverse Ausführungen von Elektromotoren in diversen Baugrössen und Leistungen zu finden. Die Leistung und das Drehmoment des Motors sind entscheidend. Beides darf nicht zu klein gewählt werden, da sonst ein angemessener Vortrieb nicht garantiert ist und die in der Anforderungsliste erwähnten 20km/h nicht erreicht werden. Wenn der Motor aber zu gross gewählt wird, wird der Drifter fast unfahrbar, weil die enorme Leistung nicht auf den Boden übertragen werden kann. Mit einem leistungsstärkeren Motor müsste die Konstruktion grösser und stabiler gebaut werden, was sich auf das Gewicht auswirkt.

Damit der Motor ausgelegt werden kann, müssen zuerst diverse Werte ausgerechnet und definiert werden (Gesamtgewicht, Grösse des Antriebsrades, Leistung in kW und das benötigte Drehmoment etc.)

7.3.2.1 Angaben und Resultate

Max. Gewicht	220Kg
Max. Gewichtskraft F_g	2158,2N
Grösse Antriebsrad	11" = 279,4mm = 0,2794m
Erdbeschleunigung g	9,81m/s ²
Maximalgeschwindigkeit 50km/h v_1	50 km/h = 833,333m/min = 13,88m/s
Geschwindigkeit 35km/h v_2	35 km/h = 583,333m/min = 9,722m/s
Drehzahl 50km/h n_1	949,38min ⁻¹ = 15,822s ⁻¹
Drehzahl 35km/h n_2	664,56min ⁻¹ = 11,076s ⁻¹
Rollwiderstand F_r	43,164N
Rollwiderstandskoeffizient c_r	0.02
Strömungswiderstandskoeffizient c_w	0,3
Strömungswiderstands Fläche A_f	0.72m ²
Luftwiderstand F_{wl}	25,082N
Luftdicke bei 20°C ρ	1,2041kg/m ³
Gesamtwirkungsgrad	0.85
Leistung P_1	1115,059W, gewählt 1,5kW
Kinetische Energie E_{a1}	21216,419Nm
Beschleunigung 0-50km/h in 8s P_{a1}	3120.061W
Zeit für 50km/h mit 1500W	16,64s
Zeit für 20km/h mit 1500W	2,657s
Berechnung Radnabenmotor	
Drehmoment M_{m1}	15,822Nm
Berechnung Motor mit Kettentrieb	
Geschwindigkeit v_2	949,384min ⁻¹
Übersetzung i	4,845, gewählt 5
Effektive Drehzahl n_{2e}	920c
Effektive Umfangsgeschwindigkeit v_{2e}	48,45km/h
Drehmoment Motor M_m	3,114Nm
Antriebsmoment M_A	13,234Nm

7.3.2.2 Gesamtgewicht und Gewichtskraft F_g

Das Gesamtgewicht des Fahrgestells und Motors beträgt ca. 70 kg. Zusätzlich ist das Gewicht des Akkumulators und der zusätzlichen Anbauteile von ca. 30kg zu berücksichtigen. Hinzu kommt das Gewicht des Fahrers welches je nach Person variiert. Pauschal wird ein Fahrergewicht von max. 120kg angenommen. Dies ergibt ein Gesamtgewicht von:

$$\begin{array}{r} 70\text{kg} \\ +30\text{kg} \\ \hline +120\text{kg} \\ \hline \text{Total } \underline{\underline{220\text{kg}}} \end{array}$$

$$\text{Gewicht} = 220\text{kg} \rightarrow F_g = m \times g = 220\text{kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2158,2\text{N}$$

7.3.2.3 Grösse des Antriebsrades

Nach kurzem recherchieren wurde schnell klar, dass die Grösse des Rades etwa 11" sein sollte, damit der Drifter nicht zu gross wird. Ein Vorteil dieser Grösse ist das vielfältige Angebot im Internet.

$$\text{Grösse Rad} = 11'' = 279,4\text{mm} = 0,2794\text{m}$$

7.3.2.4 Berechnung der benötigten Leistung in kW

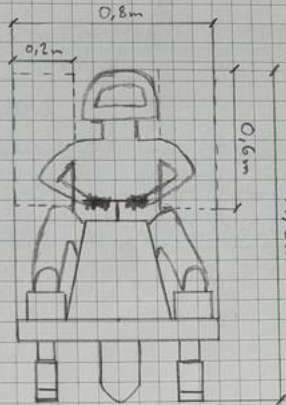
Zuerst wird die Leistung und das Drehmoment des Drifters berechnet, welche durch das Fahren einer konstanten Geschwindigkeit ohne Steigung entstehen. Die Leistung welche der Motor benötigt hängt hauptsächlich von Rollwiderstand, Luftwiderstand und dem Wirkungsgrad des Motors ab. Der Gesamtwirkungsgrad von einem Elektromotor + Getriebe wird 0.85 gewählt. Siehe Tabelle im Anhang.

7.3.2.4.1 Rollwiderstand Fr

$$F_r = m \cdot g \cdot c_r = \frac{220 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,02}{1} = \underline{\underline{43,164 \text{ N}}}$$

$m = 220 \text{ kg}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 $c_r = 0,02 \rightarrow \text{Vergleichbar wie Motorrad auf Asphalt. (siehe Tabelle im Anhang)}$

7.3.2.4.2 Strömungswiderstandsfläche Af



$$A_f = (0,8 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m}) - (2 \cdot (0,2 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m})) = \underline{\underline{0,72 \text{ m}^2}}$$

7.3.2.4.3 Strömungswiderstand Fwl

$$F_{wl} = \frac{\rho_L \cdot c_w \cdot A_f \cdot v_1^2}{2} = \frac{1,2041 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \cdot 0,72 \text{ m}^2 \cdot (13,888 \text{ m/s})^2}{2} = \underline{\underline{25,082 \text{ N}}}$$

$\rho_L = 1,2041 \text{ kg/m}^3$ bei 20°C
 $c_w = 0,3$ gewählt $\rightarrow$ Fahrrad = $0,4$ und VW Golf VII = $0,29$
 (siehe Tabelle im Anhang)
 $v_1 = 50 \text{ km/h} \Rightarrow \frac{50 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 833,33 \text{ m/min} \rightarrow \frac{833,33 \text{ m}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \underline{\underline{13,88 \text{ m/s}}}$
 $A_f = 0,72 \text{ m}^2$

7.3.2.4.4 Leistung P1

$$P_1 = \frac{(F_r + F_{wl}) \cdot v_1}{\eta_{ges}} = \frac{(43,164 \text{ N} + 25,082 \text{ N}) \cdot 13,888 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,85} = \underline{\underline{1115,055 \text{ W} = 1,1 \text{ kW}}}$$

$F_r = 43,164 \text{ N}$
 $F_{wl} = 25,082 \text{ N}$
 $v_1 = 13,888 \text{ m/s}$
 $\eta_{ges} = 0,85$ gewählt (siehe Tabelle im Anhang)

Es wird ein Motor mit einer Leistung von 1,5kW gewählt. Um die Sicherheit zu optimieren, wird zusätzlich ein Schalter gekauft. Mit diesem Schalter kann vom Turbobetrieb (volle Leistung) zum ECO-Betrieb (halbe Leistung) gewechselt werden. Das stellt sicher, dass sich der Fahrer zuerst an das Fahrverhalten des Drifters gewöhnen kann.

7.3.2.4.5 Energie Ea

Damit die Spitzenleistung bei der Beschleunigung berechnet werden kann, wird zuerst die kinetische Energie, welche beim Anfahren von 0 auf 50km/h entsteht, ausfindig gemacht.

$$E_{an} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot ((v_{end})^2 - (v_{anf})^2) = \frac{1}{2} \cdot 220 \text{ kg} \cdot (13,888 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = \underline{\underline{21216,415 \text{ Nm}}}$$

$v_{anf} = 0 \text{ m/s}$

7.3.2.4.6 Beschleunigungsleistung von 0km/h bis 50km/h in 8s Pa1

$$P_{a1} = \frac{E_{an}}{\Delta t \cdot \eta_{ges}} = \frac{21216,415 \text{ Nm}}{8 \text{ s} \cdot 0,85} = \underline{\underline{3120,061 \text{ W}}}$$

$\Delta t = \text{von } 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ auf } 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ in } 8 \text{ s}$

Bei der Beschleunigung entsteht ein Spitzendrehmoment von 3120,061W.

7.3.2.4.7 Beschleunigungszeit von 0km/h auf 50km/h

$$\Delta t = \frac{E_{an}}{P \cdot \eta_{ges}} = \frac{21216,415 \text{ Nm}}{1500 \text{ W} \cdot 0,85} = \underline{\underline{16,64 \text{ s}}}$$

7.3.2.4.8 Beschleunigungszeit von 0km/h auf 20km/h

$$\Delta t = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_3}{P_{el} \cdot \eta_{ges}} = \frac{0,5 \cdot 220 \text{ kg} \cdot \left(5,55 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{1500 \text{ W} \cdot 0,85} = \underline{\underline{2,657 \text{ s}}}$$

7.3.2.4.9 Beschleunigung auf ebener Strecke Ma1

$$M_{a1} = \frac{P_{a1}}{\left(\frac{\omega_{end}}{2}\right)} = \frac{P_{a1}}{\pi \cdot n} = \frac{3120,061 \text{ W}}{\pi \cdot 15,822 \text{ s}^{-1}} = \underline{\underline{62,76 \text{ Nm}}}$$

7.3.2.4.10 Drehmoment bei einer Steigung von 15%

$$M_{m2} = \frac{F_{Hang} \cdot v_1}{2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot \eta_{ges}} = \frac{320,14 \text{ N} \cdot 13,888 \text{ m}}{2 \cdot \pi \cdot 15,822 \text{ s}^{-1} \cdot 0,85} = \underline{\underline{52,617 \text{ Nm}}}$$

$$F_{Hang} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = 220 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin(8,530) = \underline{\underline{320,14 \text{ N}}}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{15\%}{100\%}\right) = 8,530$$

$$n_1 = 15,822 \text{ s}^{-1}$$

$$v_1 = 13,888 \text{ m/s}$$

7.3.2.5 Drehmoment M

Da zwei verschiedene Systeme im morphologischen Kasten sind, werden diese auch unterschiedlich berechnet. Zum einen gibt es den bürstenlosen Gleichstrommotor (BLDC), bei welchem das Drehmoment über eine Kette oder einen Riemen hinab zur Antriebswelle gelangt. Zum andern gibt es den Radnabenmotor, welcher sich direkt im Rad befindet und somit die Kraftübertragung von der Kette oder dem Riemen umgeht.

7.3.2.6 Berechnung für den Radnabenmotor

7.3.2.6.1 Drehmoment M_{m1}

Drehmoment M_{m1}

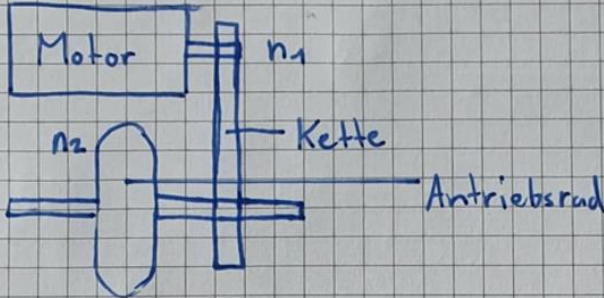
$$M_{m1} = \frac{P_1}{\omega} = \frac{P_1}{2 \cdot \pi \cdot n_1} = \frac{1500 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 15,822 \text{ s}^{-1}} = \underline{\underline{15,088 \text{ Nm}}}$$

$P_1 = 1115,05 \text{ W}$

$$v_1 = d \cdot \pi \cdot n_1 \rightarrow n_1 = \frac{v_1}{d \cdot \pi} = \frac{13,888 \text{ m}}{5 \cdot 0,2794 \text{ m} \cdot \pi} = \underline{\underline{15,822 \text{ s}^{-1}}}$$

7.3.2.7 Berechnung für den Motor mit Kette (BLDC)

7.3.2.7.1 Geschwindigkeit Antriebsrad v_2



$$v_2 = d_2 \cdot \pi \cdot n_2 \rightarrow n_2 = \frac{v_2}{d_2 \cdot \pi} = \frac{833,33 \text{ m}}{0,2794 \text{ m} \cdot \pi \cdot \text{min}} = \underline{\underline{949,384 \text{ min}^{-1}}}$$

$v_2 = 50 \text{ km/h} = 833,33 \text{ m/min}$

7.3.2.7.2 Übersetzung i

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{4600 \text{ min}^{-1}}{949,384 \text{ min}^{-1}} = \underline{\underline{4,845}} \approx \underline{\underline{5}}$$

7.3.2.7.3 Effektive Drehzahl n_{2e}

$$n_{2e} = \frac{n_1}{i} = \frac{4600 \text{ min}^{-1}}{5} = \underline{\underline{920 \text{ min}^{-1}}}$$

7.3.2.7.4 Effektive Umfangsgeschwindigkeit v_2

Effektive Umfangsgeschwindigkeit v_2

$$v_2 = d_2 \cdot \pi \cdot n_{2e} = 0,2794 \text{ m} \cdot \pi \cdot 920 \text{ min}^{-1} = \underline{\underline{48,45 \text{ km/h}}}$$

7.3.2.7.5 Antriebsmoment M_A

$$M_A = M_m \cdot i \cdot \eta_{\text{ges}} = 3,114 \cdot 5 \cdot 0,85 = \underline{\underline{13,234 \text{ Nm}}}$$

$$M_m = \frac{9550 \cdot P}{n} = \frac{9550 \cdot 1,5 \text{ kW}}{4600} = \underline{\underline{3,114 \text{ Nm}}}$$

Fazit:

Der Motor sollte ca. 1,5kW Leistung erbringen und ein Nenndrehmoment von ca. 15Nm sowie ein Spitzendrehmoment von ca. 60Nm besitzen. Dabei ist zu erwähnen, dass das Spitzendrehmoment nicht die ganze Zeit geleistet werden darf, da sonst der Motor überhitzen könnte. Beim Motor mit Kette sollte die Drehzahl n_1 etwa 4600 min^{-1} betragen.

7.3.2.8 Vergleich Motoren

7.3.2.8.1 Bürstenloser DC Motor (BLDC)

Vorteile:

- Wenig Wartung aufgrund fehlender Bürsten
- Lange Lebensdauer
- Hoher Wirkungsgrad, kein Spannungsabfall zwischen den Bürsten
- Hoher Drehzahlbereich - Keine mechanische Beschränkung durch Bürsten /

Kommutator

- Geringe Erzeugung von elektrischem Rauschen (EMI)
- Getriebelos und somit keine weiteren Wirkungsgrad Einbussen

Nachteile:

- Hohe Baukosten
- Steuerung ist komplex und teuer
- Eine elektrische Steuerung ist erforderlich, um den Motor am Laufen zu halten, was manchmal teurer ist als der Motor.

Beispiel Motor:

1500W BLDC Motor (Bürstenloser Gleichstrommotor) von Goldenmotor



Abbildung 8 1500W BLDC Motor

Soll

Spannung = max 60V

Leistung = 1500W

Nenndrehmoment = 3,1 Nm

Ist

Spannung = 48V

Leistung = 1500W

Nenndrehmoment = 4Nm

7.3.2.8.2 Radnabenmotor

Vorteile:

- Integriertes Radlager
- Kann direkt im Rad oder an der Felge eingebaut werden
- Geringer Einbauplatz
- Oft mit Bremsenergierückgewinnung
- Hohes Anlaufmoment
- Benötigt keine Kette mehr
- Wenig Wartung aufgrund fehlender Bürsten und Kette
- Lange Lebensdauer
- Hoher Wirkungsgrad, kein Spannungsabfall zwischen den Bürsten
- Geringe Erzeugung von elektrischem Rauschen (EMI)
- Getriebelos und somit keine weiteren Wirkungsgrad-Einbussen

Nachteile:

- Relativ schwer
- Steuerung ist komplex und teuer
- Eine elektrische Steuerung ist erforderlich, um den Motor am Laufen zu halten, was manchmal teurer ist als der Motor.

Beispiel Motor:

PRA 230 von Heizmann



Abbildung 9 PRA 230 Radnabenmotor

Soll

Spannung = max 60V

Leistung = 1500W

Nenndrehmoment = 3,1 Nm

Ist

Spannung = 48V

Leistung = 1600W

Nenndrehmoment = 36,4Nm

Teilfunktion		Elektromotor		
Varianten		1	2	
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	
Leistung	2	4	4	
Drehmoment	2	3	4	
Wartungsintervall	1	4	4	
Platzgebrauch	1	3	4	
Einfache Montage / Wartung	1	3	4	
Kosten	1	3	3	

Summe	27	31	0
-------	----	----	---

Nach langer Überlegung fiel die Entscheidung auf einen Radnabenmotor. Der Hauptvorteil vom Radnabenmotor ist der geringe Platzverbrauch. Die Scheibe der Scheibenbremse kann auch oftmals direkt an den Motor geschraubt werden, was Platzsparend ist. Ansonsten sind die Beiden Motoren ähnlich. Beide haben einen geringen Wartungsintervall, weil sie Bürstenlos sind.

7.3.3 Kraftübertragung

Teilfunktion		Kraftübertragung		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Wartung	2	3	4	1
Wirkungsgrad	2	4	3	2
Stabilität	2	3	2	4
Platzgebrauch	2	4	4	2
Kosten	1	3	4	1

Summe	31	30	19
-------	----	----	----

Da ein Radnabenmotor gewählt wird, ist keine Kraftübertragung mehr nötig. Falls sich der Radnabenmotor aus einem Grund doch nicht verbauen lässt und stattdessen der BLDC Motor verbaut werden müsste, wäre für die Kraftübertragung die beste Lösung. Da es möglich ist, dass der Drifter auf nassem Asphalt gefahren wird, ist die Kette besser geeignet. Das Antriebsrad kann durchdrehen und dann wieder am Boden haften bleiben (Aquaplaning), wobei beim Riemen Schlupf entstehen kann. Das Zahnradgetriebe ist ganz einfach zu gross, schwer, teuer und zu aufwendig.

7.3.4 Akkumulator

Teilfunktion		Akkumulator		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Gewicht	2	4	4	1
Grösse	2	3	4	1
Zeitaufwand	1	4	1	4
Leistung	2	4	4	2
Kosten	1	3	4	2

Summe	29	29	14
-------	----	----	----

Die Wahl des Akkumulators ist ein weiterer Knackpunkt. Da mit meiner Auswertung noch kein eindeutiger Sieger gefunden wurde, werden die zwei möglichen Varianten nochmals genauer unter die Lupe genommen. Einzig der Blei Gel Akkumulator kann Aufgrund des Gewichts und der Grösse ausgeschlossen werden. Vergleicht man den Lithium Ionen-Akkumulator mit dem Eigenbau Akku, kann festgestellt werden, dass sie aus den gleichen Zellen bestehen. Darum stellt sich nur noch die Frage, ob der Akkumulator selbst hergestellt oder fertig gekauft werden soll.

7.3.4.1 Auswahl Akkumulator

Damit ein Entscheid gefällt werden kann, muss herausgefunden werden, welche Werte der Akkumulator haben muss und wie Aufwändig und teuer ein selbstgebauter Akkumulator ist.

Für den Akkumulator sind vor allem folgende vier Faktoren wichtig.

Der erste Faktor ist die Spannung U , welche in Volt gemessen wird. In meinem Fall wird eine Spannung von 48 V benötigt. Die Spannung ist durch den Motor vorgegeben.

Der zweite Faktor ist die Kapazität C_N , welcher in Amperestunden Ah angegeben wird. Für die Nennleistung P_1 , braucht der Drifter eine Kapazität von 9,29Ah. Wenn damit eine Strecke von 20km mit einer Geschwindigkeit von 50km/h gefahren wird.

$$C_N = \frac{P_1 \cdot s_{\max}}{U \cdot v_1} = \frac{1115,059 \text{ W} \cdot 20 \text{ km} \cdot \text{h}}{48 \text{ V} \cdot 50 \text{ km}} = \underline{\underline{9,29 \text{ Ah}}}$$

$P_1 = 1115,059 \text{ W}$
 $s_{\max} = 20 \text{ km}$
 $U = 48 \text{ V}$
 $v_1 = 50 \text{ km/h}$

Da aber beim Beschleunigen mehr Kapazität gebraucht wird, habe ich noch eine zweite Berechnung mit einer durchschnittlichen Leistung von 1500W berechnet. Dies ergibt eine Kapazität von 12,5 Ah.

$$C_N = \frac{P \cdot s_{\max}}{U \cdot v_1} = \frac{1500 \text{ W} \cdot 20 \text{ km} \cdot \text{h}}{48 \text{ V} \cdot 50 \text{ km}} = \underline{\underline{12,5 \text{ Ah}}}$$

$P = 1500 \text{ W}$
 $s_{\max} = 20 \text{ km}$
 $U = 48 \text{ V}$
 $v_1 = 50 \text{ km/h}$

Für einen Akkumulator mit 12,5 Ah, wird in 12,5h je 1 Ampere pro Stunde abgegeben. Der Akkumulator den ich für den Drifter auswähle sollte 12,5Ah vorweisen. Wenn eine Strecke von 20km mit einer Geschwindigkeit von 50km/h gefahren wird, braucht man ca. 24 min. Das heisst wiederum, dass der Akkumulator für etwa 24 min Fahrfreude gewährt, bis er wieder geladen werden muss.

$$t = \frac{s_{\max}}{v_1} \cdot 60 = \frac{20\text{km}}{50\text{km}} \cdot \frac{60\text{min}}{1} = \underline{\underline{24\text{min}}}$$

Der dritte Faktor sind die Wattstunden Wh. Dieser Faktor wird mit der Multiplikation von der Spannung und der Kapazität errechnet. In meinem Fall benötige ich $48\text{V} \times 12,5\text{Ah} = 600\text{Wh}$.

Der vierte Faktor ist der nötige Strom I, welcher der Drifter während der Beschleunigung und des normalen Fahrens von 50km/h benötigt. Für die Beschleunigung braucht es für kurzer Zeit 72,91A.

$$I_{\max} = \frac{P_{\max}}{U} = \frac{3500\text{W}}{48\text{V}} = \underline{\underline{72,91\text{A}}}$$

$$P_{\max} = P_{a1} = 3120,061\text{W} \rightarrow \text{aufgerundet } 3,5\text{kW}$$

$$U = 48\text{V}$$

Während der Drifter bei der normalen Fahrt 23,23A braucht.

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{1115,055\text{W}}{48\text{V}} = \underline{\underline{23,23\text{A}}}$$

$$P_1 = 1115,055\text{W}$$

$$U = 48\text{V}$$

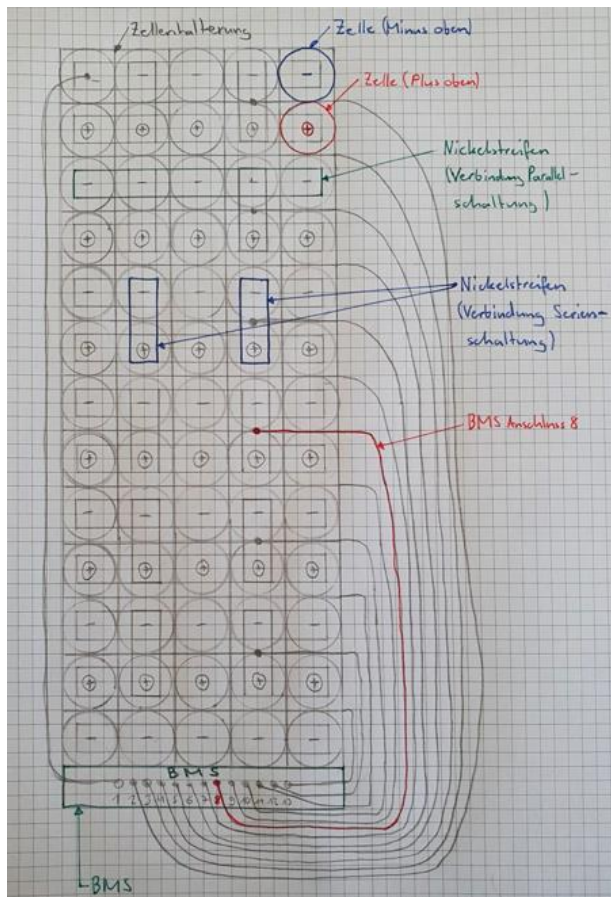
7.3.4.2 Eigenbau Akkumulator

Wer selber einen Lithium Ionen Zellen Akkumulator baut, spart Kosten und hat eine gute Qualität. Das sind die zwei Hauptgründe, wieso ein Eigenbau in Frage kommen könnte. Leider bringt ein Eigenbau auch zahlreiche Gefahren mit sich. Zudem braucht es das nötige Equipment, handwerkliches Geschick und Zeit. Damit ich abschätzen kann, wie schwierig der Eigenbau ist und wie viel Zeit er in Anspruch nimmt, werde ich dieses Thema genauer anschauen.

7.3.4.2.1 18650 Zellen

Diese Zellen werden nicht nur bei Fahrrad Akkumulatoren, sondern auch in vielen anderen Akku-Geräten wie z.B. Laptops, Bohrmaschinen, Powerbanks, Rasenmäher und sogar in vielen Elektroautos, gebraucht. Im Gegensatz zu anderen Akkumulatoren haben Li-Ion Akkus keinen Memory-Effekt. Das heißt, häufiger Kontakt zum Ladegerät ist kein Problem. Um einen 48V Akkumulator zu bauen braucht es eine Serienschaltung von 13 dieser Zellen. Eine Zelle hat eine Nennspannung von 3,6V. Das ergibt eine Spannung von $13 \times 3,6V = 46,8V$. Das ist so, weil bei der Serienschaltung die Spannung der Zellen addiert wird und die Kapazität gleichbleibt. Damit die vorgegebene Kapazität erreicht wird, müssen mehrere Zellen parallelgeschaltet werden. Bei der Parallel Schaltung bleibt die Spannung gleich und die Kapazität wird summiert. Eine Zelle hat je nach Hersteller Nennkapazität zwischen 2500mAh und 3500mAh. Rechnet man mit 3000mAh, dann braucht der Akku je 5 Zellen pro Parallelschaltung. Das ergibt $5 \times 3000mAh = 15000mAh = 15Ah$. Zusammengefasst werden zuerst 5 Zellen parallelgeschaltet und anschliessend werden die fünf Parallelschaltungen 13-Mal in Serie verbunden. Das gibt eine 13S5P Schaltung mit $46,8V \times 15Ah = 702Wh$. Das sollte für meine Anwendung genügen.

7.3.4.2.2 Zusammenbau



Zuerst müssen alle Zellen auf dasselbe Spannungsniveau gebracht werden. Das wird am einfachsten mit dem Aufladen der Zellen erreicht. Danach kann die Zellenhalterung auf die gewünschte Grösse zusammengesetzt und befüllt werden. Dabei ist zu beachten, dass die fünf Zellenblöcke welche Parallelgeschaltet werden, immer abwechselnd Minus und Plus auf einer Seite haben, damit die Zellenblöcke bei der Serienschaltung einfacher mit dem Nickelstreifen zusammengeschweisst werden können. Bei der Parallelschaltung werden jeweils auf einer Seite die Minuspole mit einem Nickelstreifen zusammengeschweisst und auf der

anderen die Pluspole. Danach wird für die Serienschaltung beim ersten Zellenblock, der Minuspol mit dem Pluspol vom zweiten Zellenblock verschweisst. Danach wird beim zweiten Zellenblock, der Minuspol mit dem Pluspol vom dritten Zellenblock verschweisst (Rückseite). Das muss solange gemacht werden, bis alle fünf Zellenblöcke miteinander verbunden sind. Am Schluss muss mit dem Multimeter die Spannung kontrolliert werden.

7.3.4.2.3 BMS (Battery Management System)

Für ein möglichst gleichmässiges und schonendes Laden und Entladen sollte noch ein BMS (Battery Management System) angeschlossen werden. Ein BMS balanciert die gleichmäßige Auslastung aller Zellenblöcke und sorgt für ein längere Lebensdauer des Akkumulators. Beim Kauf des BMS muss darauf geachtet werden, dass es 13 Batterie-Anschlüsse hat (Für jede Reihe ein Anschluss). Es gibt folgende Anschlüsse:

P-: Anschluss an den Minus-Ausgang des Akkugehäuses (Power -).

B-: Anschluss an den Minuspol der Batterie (Battery -).

C-: Anschluss an den Minuspol des Ladeanschlusses (Charger -).

7.3.4.2.4 Verkabelung

Beim Löten der 13 Anschlüsse ist darauf zu achten, dass das erste schwarze Kabel an den Minuspol des ersten Blocks gelötet wird. Das zweite Kabel wird auf den Nickelstreifen der den ersten Block mit dem zweiten Block verbindet gelötet. Danach muss das dritte Kabel auf den Nickelstreifen zwischen dem zweiten Block und dem dritten Block gelötet werden. Damit muss weitergefahren werden, bis alle Kabel angelötet sind.

Das Pluspol Kabel wird an einen Flachsicherungshalter mit einer 30A Sicherung angeschlossen und danach an den Ausgang des Akkugehäuses.

Wenn alles verkabelt und geprüft ist, wird der Akku vorsichtig verpackt und in das Gehäuse montiert.

7.3.4.2.5 Das Equipment:

Ein LötKolben mit den nötigen Utensilien und geeigneten Kabel sind bereits vorhanden.

Stk.	Benennung	Quelle	Einzelpreis Fr.-	Gesamtpreis (mit Versand) Fr.-
65	18650 Zellen Samsung 3000mAh	Wish	3,50	227,5
1	Ladegerät für 18650 Zellen	Wish	4	9
1	SUNKKO 737G 220V Batterie Punktschweißgerät	Banggood	136,11	155,51
1	LötKolben	-	-	-
1	Nickelstreifen	Wish	3,56	7,56
1	Geeignete Kabel	-	-	-
1	Flachsicherungen 30A	Wish	1,90	4,90
1	Zellenhalterung	Wish	3,80	8,80
1	BMS (Battery Management System)	Wish	7	12
1	Gehäuse 13S5P	www.akkus.de	47,35	47,35
			Total:	472,62

7.3.4.2.6 Fazit

Es wurde festgestellt, dass viele verschiedene Komponenten gebraucht werden, um selber einen Akkumulator zu bauen. Wegen des benötigten Equipments addiert sich der Preis schnell in die Höhe. Am Schluss entsteht ein Gesamtpreis von etwa 472,62 Franken. Am teuersten sind, wie erwartet, die 18650 Zellen, bei diesen lohnt sich sparen jedoch nicht. Im Internet wird oft betont das Markenprodukte wie z.B. Samsung deutlich besser sind als Noname Produkte. Die Markenprodukte sind dementsprechend teurer. Die zweite grosse Belastung ist das Punktschweissgerät. Da ich kein Punktschweissgerät besitze und auch niemanden kenne, der eines besitzt, müsste es gekauft werden. Da ich in Zukunft kein Akkumulator-Händler werden will und ich somit das Punktschweissgerät nur einmal verwenden würde, ist es zu teuer. Die weiteren Teile sind wären nicht so teuer. Schlussendlich ist der Eigenbau zu teuer, wenn nur 1 Akkumulator gebaut werden soll und man das benötigten Equipment nicht schon besitzt. Die Arbeit ist zudem relativ gefährlich, weil schnell ein Kurzschluss entstehen kann. Das passiert, wenn man sich nicht die Zeit nimmt, die es braucht oder Handwerklich nicht so begabt ist. Aus diesen Gründen wird der gekaufte Akkumulator dem Eigenbau vorgezogen.

7.3.5 Werkstoff Rahmen

Teilfunktion		Werkstoff Rahmen		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Festigkeit	2	3	3	4
Bearbeitbarkeit	2	3	2	3
Gewicht	1	3	4	2
Kosten	1	2	1	3
Summe		17	15	19

Der Rahmen wird dank des hohen E-Modul und der guten Bearbeitungseigenschaften aus Stahl gefertigt. Dabei wird darauf geachtet, dass dieser gut schweisssbar und für den Fahrzeugbau geeignet ist. Z.B (S355, 25CrMo4 oder X5CrNi18-10)

7.3.6 Rahmenprofil

Teilfunktion		Rahmenprofil		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Bearbeitbarkeit	2	4	1	4
Kosten	1	3	3	3
Summe		11	5	11

Durch die schlechte Verarbeitbarkeit vom runden Rohr kommt es nicht in Frage. Ob quadratisches- oder rechteckiges-Vierkantrohr verwendet werden soll kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht entschieden werden. Die Entscheidung hängt von den Berechnungen und der Verfügbarkeit der Profile ab.

7.3.7 Rahmenherstellung

Teilfunktion		Rahmenherstellung		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Festigkeit	2	4	3	4
Aufwand	2	3	3	1
Schwierigkeit	2	3	4	2
Kosten	1	4	4	1
Summe		24	24	15

Beim Rahmen sollen zuerst die Einzelteile gefräst und gebohrt und danach zusammenschweisst werden. Der Rahmen wird nur einmal zusammengefügt und dann nicht mehr auseinander gebaut. Aus diesem Grund wurde das Schweissen dem Schrauben vorgezogen.

7.3.8 Antriebsrad

Teilfunktion		Antriebsrad		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Stabilität	2	1	4	4
Grib	2	2	4	4
Kosten	1	4	1	2

Summe	10	17	18
-------	----	----	----

Das Finden geeigneter Räder für den Drifter war schwierig, weil es nicht viele passende Angebote gibt. Sicher ist, dass kein Velo-Rad eingebaut wird. Die Entscheidung fällt auf das E-Scooter Rad, weil es ein bisschen weniger kostet als die Mini Quad Räder.

7.3.9 Reifentyp

Teilfunktion		Reifentyp		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Wartung	2	2	2	3
Kosten	1	3	3	1

Summe	7	7	7
-------	---	---	---

Da im Kapitel Antriebsrad das E-Scooter Rad ausgewählt wurde, ist die Entscheidung auf einen Reifen mit Schlauch gefallen. Da meisten E-Scooter Räder mit Schlauch verkauft werden.

7.3.10 Stützräder

Teilfunktion		Stützräder		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Stabilität	2	4	2	3
Sicherheit	2	4	2	3
Verschleiss	1	4	1	2
Kosten	1	1	4	3

Summe	21	14	17
-------	----	----	----

Die Stabilität und die Sicherheit sind beim Thema Stützräder am wichtigsten. Darum wird die Variante 1 mit 360° drehbaren Rädern ausgewählt. Bei den Abstützungen (Variante 2) und den Kugelrollen (Variante 3) führt Bodenkontakt zu mehr Verschleiss, was zu einem kürzeren Service-Interwall führen wird.

7.3.11 Wellenlagerung

Teilfunktion		Wellenlagerung		
Varianten		1	2	
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	
Wartung	2	2	3	
Verschleiss	2	2	4	
Wirkungsgrad	1	3	4	
Kosten	1	4	1	

Summe	15	19	0
-------	----	----	---

Bei dieser Teilfunktion ist der Verschleiss und die Wartung am wichtigsten. Da die Lagerung ständig Stösse ertragen muss und die Drehzahl permanent ändert, ist ein Wälzlager sicher die beste Wahl.

7.3.12 Lagertyp

Teilfunktion		Lagertyp		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Kraftaufnahme	2	2	4	4
Verschleiss	2	4	4	4
Kosten	1	4	3	2

Summe	16	19	18
-------	----	----	----

Da die Rillenkugellager die Krafteinwirkungen gut aufnehmen können und nicht allzu teuer sind, wird das Rillenkugellager ausgewählt.

7.3.13 Lenkertyp

Teilfunktion		Lenkertyp		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Lenken bei Platzmangel	2	2	4	4
Aussehen	1	3	4	4
Kosten	1	4	3	2

Summe	11	15	14
-------	----	----	----

Wenn der Fahrer eine 180° Drehung machen will, ist es einfacher mit einem runden Steuerrad zu lenken als mit einer Stangenlenkung. Die Stangenlenkung würde schnell mal am Knie anstehen. Somit stehen noch das Steuerrad und das Rennlenkrad zur Auswahl. Da das normale Steuerrad günstiger als ein Rennlenkrad ist, wird Variante 2 ausgewählt.

7.3.14 Driftmodus umschalten

Teilfunktion		Driftmodus umschalten		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Stabilität	2	4	2	3
Aufwand	2	1	3	4
Aussehen	1	4	4	4
Kosten	1	1	3	4

Damit der Aufwand und die Kosten nicht zu hoch werden, wird der Handhebel eingebaut. Er ist billiger als die anderen beiden Varianten.

Summe	15	17	22
-------	----	----	----

7.3.15 Bremse

Teilfunktion		Bremse		
Varianten		1	2	3
Bewertungskriterien	GW	Pkt. GP	Pkt. GP	Pkt. GP
Bremsweg	2	4	2	3
Wartung	1	3	4	2
Kosten	1	3	4	2

Dank des guten Verhältnisses zwischen Baugrösse und Bremsleistung kommt eine Scheibenbremsanlage zum Einsatz.

Summe	14	12	10
-------	----	----	----

8 Entwerfen

8.1 Konstruktionsrichtlinien

Bei meinem Drifter werden diverse Teile selbst hergestellt. Bei diesen Teilen muss darauf geachtet werden, dass sie möglichst einfach herzustellen und einfach zu Montieren sind. Die Teile müssen zudem sicher sein.

Nach dem Motto: Eindeutig - Einfach - Sicher

Eindeutig:

- Eindeutige Montagefolge aufgrund der Konstruktion
- Eindeutige Trennstellen zwischen verwertungsunverträglichen Werkstoffen für die Demontage zum Recycling.

Einfach:

- Einfache Funktionen mit möglichst wenig Teilfunktionen.
- Einfach montierbar.
- Einfach weiterzuentwickeln.

Sicher:

- Stabile Ausführung.
- Bei den Berechnungen Sicherheitsfaktor 2 verwenden.
- Bewegliche Teile abdecken.
- Keine scharfkantigen Teile.

8.2 SWOT Analyse und Risikoanalyse

8.2.1 SWOT Analyse

Eine gute Orientierungshilfe wird mit der SWOT Analyse geschaffen.

Stärke	Schwäche
- Kaum Konkurrenz - Macht spass - Optimal für Bastler - Hohe Produktqualität - Innovativ	- Teuer - Einzelstück - Kein notwendiges Produkt - Ein weiterer Stromverbraucher - Nicht ökologisch - Braucht ein Einstellplatz
Chancen	Risiken
- Markteinführung - Man kann ihn einfach weiterentwickeln. Z.B mit Kamera oder Laser, oder Wasserpistolen, Tunen - Wachsende Nachfrage - Chance bei Firmen als Werbung	- Ausfall von Schlüsselperson - Lieferengpässe - Nicht einhalten des Termins. - Unfallrisiko - Hohe Sicherheitsauflagen - Verschmutzung und Alterung von Funktionsteilen (Kette, Bremsscheibe ect.) - Falsche Bedienung durch Anwender

8.2.2 Risikoanalyse

Bei jedem Risiko werden die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmass abgeschätzt und nebst der erforderlichen Gegenmassnahme, die das Risiko abfedert, in einer Tabelle festgehalten.

8.2.3 Risiko Tabelle

E= Eintrittswahrscheinlichkeit

S= Schadensausmass

R= Risikobewertung

Nr	Risiko	E	S	R	Gegenmassnahme
1	Ausfall von Schlüsselperson	0.05	0.8	$0.05 \cdot 0.8 = 0.04$	- Da ich die Diplomarbeit allein mache, muss ich die Zeit gut einteilen, damit ich genügend Zeit bleibt, falls ein unvorhersehbares Ereignis eintritt. (Krankheit, Unfall) -Pufferzeit einplanen
2	Verzögerung durch Lieferanten	0.5	0.02	$0.5 \cdot 0.02 = 0.01$	- Mehrere Lieferanten anfragen. - Pufferzeit einplanen
3	Nicht einhalten des Termins	0.2	0.3	$0.2 \cdot 0.3 = 0.06$	- Weil ich in meinem Projekt keine externe Hilfe annehmen darf, müsste ich eine Zeitverlängerung beantragen. - Pufferzeit einplanen
4	Unfallrisiko	0.1	0.8	$0.1 \cdot 0.8 = 0.08$	- Sicherheitskleidung und einen Helm tragen.

					- Fahrzeug vor der Fahrt kontrollieren - Fahrbahn absperren - Auf geeignetem Untergrund fahren (Asphalt)
5	Hohe Sicherheitsauflagen	0.1	0.5	$0.1 \cdot 0.5 = 0.05$	-Eine gute Risikoanalyse erstellen und die Verbesserungsmassnahmen durchführen, damit alles sicher ist.
6	Verschmutzung und Alterung von Funktionsteilen (Kette, Bremsscheibe ect.)	0,1	0,35	$0,1 \cdot 0,35 = 0,035$	-Nach Gebrauch reinigen -Abdeckungen anbringen -Oberflächenbehandlung -Warten -In einer Garage oder gedeckt Lagern
7	Falsche Bedienung durch Anwender	0,1	0,4	$0,1 \cdot 0,4 = 0,04$	-Betriebsanleitung -Zielgruppe und Anforderungsprofil definieren --Funktionen kennzeichnen (z.B Handhebel hoch= Drift Modus / Handhebel runter= normaler Modus)

8.2.4 Risiko Tabelle graphisch dargestellt

In der graphisch dargestellten Tabelle wird ersichtlich, welche Risiken unbedingt vermieden werden müssen. Die Risiken werden wie folgt unterteilt:

Rote Zone: Hohes Risiko, muss zwingend vermieden werden.

Gelbe Zone: Mittleres Risiko, sollte man im Auge behalten und am besten im Team abschätzen, wie weiter gehen.

Grüne Zone: Tragbares Risiko, darf mit entsprechender Vorsicht ohne weiterführende Massnahmen eingegangen werden

Eintritts- wahrschein- lichkeit	1					
	0.75					
	0.5	2				
	0.25		3			
	0	0.25	0.5	0.75	1	
Schadensausmass						

Der grösste Teil der Risiken befindet sich im grünen Bereich. Diese Risiken sind mit Berücksichtigung der Gegenmassnahmen nicht weiter relevant. Die Risiken welche sich im gelben Bereich befinden müssen noch genauer analysiert werden:

Punkt 1:

Da die Arbeit eine Einzelarbeit ist, kann dieses Risiko nicht besser optimiert werden, weil immer etwas Unvorhersehbares passieren kann. Darum ist dieses Risiko nicht weiter relevant.

Punkt 4:

Wenn alle Gegenmassnahmen erfüllt werden, schätze ich das Schadensausmass auf 0.5. Was wiederum im grünen Bereich liegt und auch in Ordnung ist. Zudem wird ein Turbo/ECO Schalter eingebaut. Das stellt sicher, dass sich der Fahrer zuerst an das Fahrverhalten des Drifters gewöhnen kann.

8.3 Sicherheitsvorschriften

Damit das Fahrzeug möglichst sicher gestaltet werden kann, wird SUVA für die Sicherheitsvorschriften angeschrieben. SUVA hat sehr schnell geantwortet, die E-Mail ist im Anhang ersichtlich. In der E-Mail wird beschrieben, dass der Drifter unter die Rubrik Trendfahrzeug mit elektrischem Antrieb gehört und somit den Maschinenverordnungen (MaschV, SR 819.14) unterliegt. In den Maschinenverordnungen wird grob zusammengefasst beschrieben, dass das Fahrzeug der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gerecht werden muss. Zudem müssen die Sicherheit und Gesundheit von Personen, Tieren, Sachen sowie der Umwelt gewährleistet sein. Normen der SNV (Schweizerischer Normverband) helfen den Nachweis der bei Maschinenverordnungen geltenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen zu erfüllen.

Im Großen und Ganzen hat mir die E-Mail wenig weitergeholfen, da mir viele der erwähnten Vorschriften bereits bekannt waren. Die E-Mail verweist zudem auf viele verschiedene Artikel, in welchen dann wieder auf andere Vorlagen und Gesetze verwiesen wird. Das machte es kompliziert Antworten auf konkrete Fragen zu finden. Oft waren die Vorschriften zu wenig konkret beschrieben und waren nicht mit Beispielen versehen, die das Verständnis erleichtert hätten. Der Drifter soll nicht für den Schweizer Strassenverkehr zugelassen werden und auch nicht verkauft werden. Er ist nur für den Privatgebrauch auf abgesperrtem Terrain vorgesehen, was viele der Richtlinien für mein Projekt irrelevant macht, da sie für den Strassenverkehr gelten.

Was ich dazugelernt habe ist, dass es viele formelle Vorschriften gibt. Wie z. B. das Konformitätsbewertungsverfahren, die Risikobewertung, den Inhalt der Benutzerinformation, die Kennzeichnung, etc. Zudem ist es sehr schwierig in den Vorlagen und Gesetzen einen Überblick zu bekommen.

Die Konformitätserklärung, die Benutzerinformationen und die Kennzeichnung gehören nicht in den Umfang meiner Arbeit, da dies sonst den Zeitrahmen meiner Arbeit sprengen würde.

8.4 Auslegung Motor

8.4.1 Radnabenmotor

Bei der Auswertung des morphologischen Kastens wurde entschieden, dass ein Radnabenmotor eingebaut werden soll. Die Suche nach einem geeigneten Motor gestaltete sich schwieriger als erwartet. Die Wahl eines Radnabenmotors mit 1500W und 48V entpuppte sich als problematisch. Die Recherche im Internet brachte hervor, dass solche Motoren hauptsächlich für E-Scooter und E-Bikes verwendet werden. Da ich die Größe des Antriebsades (11 Zoll) vorgegeben habe, sind die E-Bike Motoren alle zu groß. Es blieben nur noch die E-Scooter

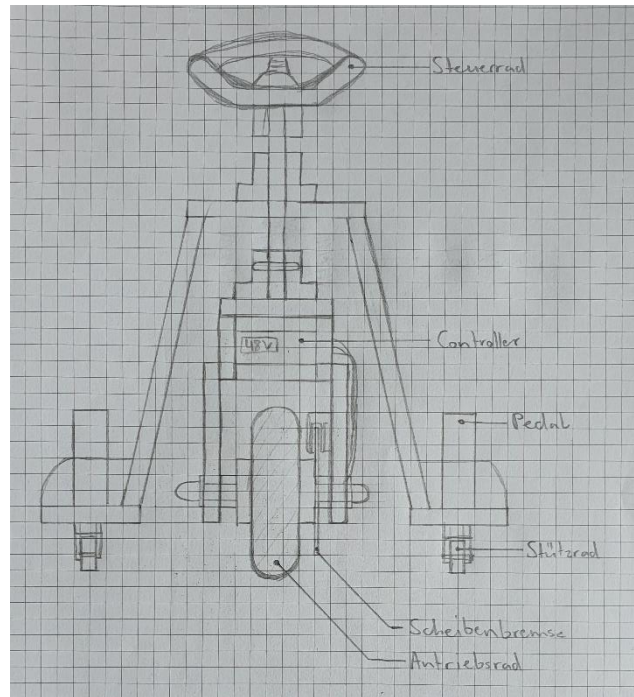


Abbildung 10 Skizze Antriebsbaugruppe mit Radnabenmotor

Motoren. Schnell wurde recherchiert, dass die Radnabenmotoren, welche in der Schweiz oder Umgebung verkauft werden, schlicht zu wenig Leistung haben. Meist liegt die Leistung zwischen 350W und 1000W. Das ist so, weil im Schweizer Strassenverkehr die maximale Leistung von 500W und 20km/h (mithilfe Beintrieb 25km/h) nicht überschritten werden darf. Siehe Abbildung 11 «Vorgaben für E-Scooter in der Schweiz» (Quelle TCS).

Elektro-Trottinett

- Max. Motorgeschwindigkeit: 20 km / h
- Leistung Motor: Max 0.5 kW
- Typengenehmigung: Nicht erforderlich
- Kontrollschild: Nicht erforderlich
- Mindestalter: 14 Jahre
- Führerausweis: 14-16 J. = Kat. M / + 16 J. = Keinen
- Helm: Nicht erforderlich, empfohlen
- Velostreifen: Obligatorisch (falls vorhanden)
- Auf Strasse zugelassen (öffentlich): Ja
- Auf Fussweg zugelassen: Nein
- Gleiche Regeln wie Velo: Ja
- Kategorie: Leicht-Motorfahrrad



Abbildung 11 Vorgaben für E-Scooter in der Schweiz

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der angefragten Händler. Die Tabelle hilft den Überblick über die angefragten Firmen zu behalten. Leider haben nicht alle Firmen geantwortet oder sie haben die Fragen nur teilweise beantwortet. Auch auf Nachfrage per Mail oder Telefon erhielt ich in den meisten Fällen keine Antwort.

Firma / Internetseite	Angefragt		Antwort		Lösung	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Heinzmann / www.heinzmann-electric-motors.com	x			x		x
e-Wheels / www.e-wheels.ch	x		x			x
Haso`s Velo & Rehatech / www.haso-velo.ch	x		x			x
Hermap / www.hermap.ch	x			x		x
Lunyee (Alibaba) / www.lunyee.en.alibaba.com	x		x			x
Wheelway (Aliexpress) / https://de.aliexpress.com/store/4797007	x		x			x
Annoy Bike (Aliexpress) / https://de.aliexpress.com/store/1656295	x			x		x

Die einzigen Motoren, welche den Anforderungen entsprechen, sind solche von Billiganbietern aus China. Ihre Angebote finden sich auf Seiten wie AliExpress, Banggood oder Alibaba. Diese Anbieter werden oft, mit langen Lieferzeiten und mangelhafter Qualität in Verbindung gebracht. Zudem fehlen oft die Datenblätter und 3D Daten auf den Internetseiten. Ein Paar dieser Anbieter wurden deshalb für die Datenblätter und 3D Daten angeschrieben (siehe Tabelle). Leider händigen diese keine Datenblätter und 3D Daten aus. Dies brachte mich zur Annahme, dass die Billiganbieter mit falschen Werten prahlen. Beispielsweise antwortete nur einer der angefragten Billiganbieter, auf die Frage nach dem Nenn- und dem Spitzendrehmoment des Motors. Aber auch dies nur mit einer Zahl und Einheit "30Nm". Dadurch komme ich zur

Annahme, dass die Billiganbieter nur die Spitzenleistung und das Spitzendrehmoment hinschreiben.

Neben den Billiganbietern wurde auch noch die Firma Heinzmann angefragt. Sie bieten den PRA 230 Radnabenmotor an. Leider wurde erst bei genauerem Hinschauen bemerkt, dass die Drehzahl n nur 420min^{-1} beträgt. Das würde etwa eine Geschwindigkeit v von 25km/h ergeben. Die Firma wurde angefragt, ob sie noch andere passende Radnabenmotor im Sortiment führen. Auch nach zweimaligem Anschreiben und Anrufen kam keine Antwort. Weiter wurde ein E-Velohändler aus Zürich angerufen (Haso`s Velo & Rehatech), welcher laut der Heinzmann-Internetseite auch Heinzmann-Motoren bei seinen E-Bikes verbaut. Vom Velohändler wurde bestätigt, dass der Kundenservice von Heinzmann sehr zu wünschen übriglässt. Deshalb verbauen sie auch keine Heinzmann-Motoren mehr, sondern Motoren von Frei Technik – Ruedi Frei. Bei diesem Anbieter findet man nur Radnabenmotoren, welche zu gross für den Drifter sind. Nach diesem Rückschlag wurde entschieden, dass kein Radnabenmotor eingebaut wird, da sich kein passender oder seriöser Händler finden liess. Ich beginne die Suche nach einem 1500W BLDC Motor (Bürstenloser Gleichstrommotor).

8.4.2 Auslegung BLDC Motor

8.4.2.1 Funktion BLDC Motor

BLDC Motor ist die Abkürzung für Bürstenloser Gleichstrommotor. Oft wird er auch EC-Motor (Electronically Commutated Motor) genannt. Dieser wandelt die elektrische Energie in mechanische Energie um. Dank der hohen Effizienz, guter Steuerbarkeit und der geringen Wartungsarbeiten wird dieser Motor sehr häufig eingesetzt.

Der Rotor ist ein Permanentmagnet und die Statoren sind fix am Gehäuse montiert. Auf den Statoren sind die Spulen verbaut, welche durch Stromzufuhr ein magnetisches Feld erzeugen. Mehrheitlich werden Motoren mit drei Statoren hergestellt. Jeder Stator hat 2 Blöcke, ein minus und ein plus Block. Je nachdem wie der Stator angesteuert wird, wird der Stator Plus- oder Minuspolig. Da die Statoren nicht bewegen, braucht es keine Bürsten. Der Controller steuert die Spulen so an, dass die Statoren ein wanderndes Magnetfeld erzeugen. Dieses Magnetfeld zieht den Permanentmagneten (Rotor) in der Mitte mit. Durch anziehen (Pluspol auf Minuspol und umgekehrt) und durch abstossen (Gleichpolig wie Minus auf Minus oder Plus auf Plus). Der Motor kann dann mit Hilfe des Controllers auf die gewünschte Drehzahl gebracht werden.

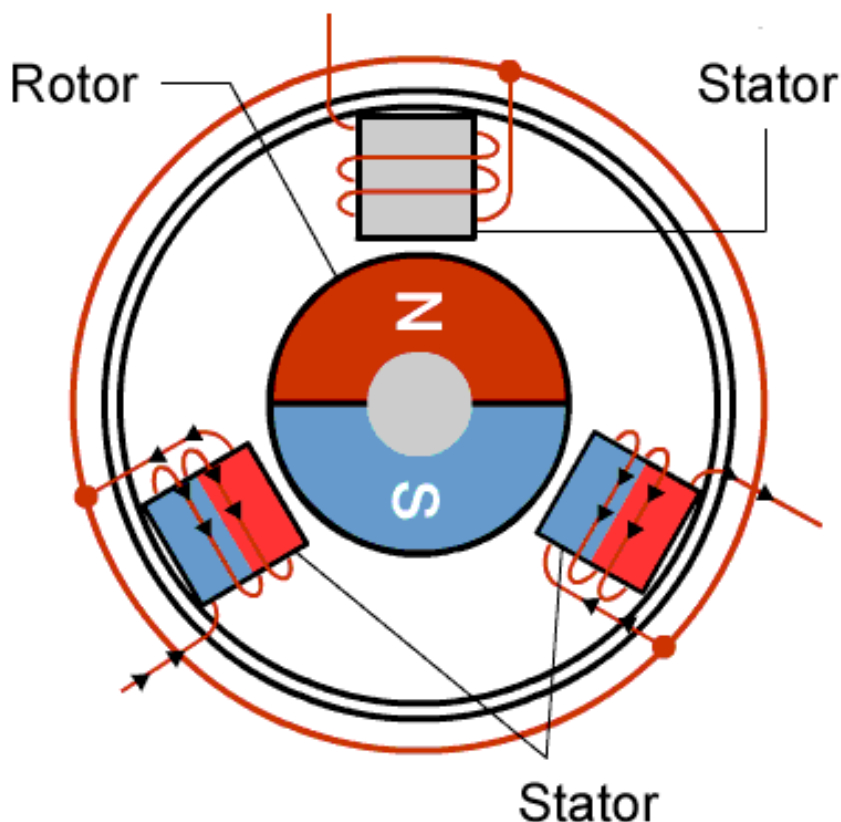


Abbildung 12 Aufbau Bürstenloser Gleichstrommotor

8.4.2.2 Auslegung Bürstenloser Gleichstrommotor

Nach der ergebnislosen Suche nach einem Radnabenmotor, startet nun die Suche nach einem BLDC Motor.

Eckdaten des gesuchten BLDC Motors:

- Spannung $U = 48V$
- Leistung $P = 1500W$
- Nenndrehmoment $M_m = 3.114Nm$
- Spitzendrehmoment $M_a = 13,234Nm$
- Drehzahl $n_1 = 4600min^{-1}$

Bei der Auswertung des morphologischen Kastens wurde bereits ein Anbieter gefunden. Zu Vergleichszwecken wurde noch ein zweiter Anbieter gesucht.

1500W BLDC Motor (Bürstenloser Gleichstrommotor) von Goldenmotor



Abbildung 13 1500W BLCD Motor

Spannung = 48V
 Leistung = 1500W
 Nenndrehmoment = 4Nm
 Drehzahl = 3200 bis 5000 min⁻¹
 Gewicht = 4,5kg
 Preis= 142\$ + 60\$ Versand = 185,72 Fr.-

1600W BLDC Motor (Bürstenloser Gleichstrommotor) von Elektromoped



Abbildung 14 1600W BLCD Motor

Spannung = 48V
 Leistung = 1600W
 Nenndrehmoment =
 Nenndrehzahl = 4600min⁻¹
 Gewicht = 4,9kg
 Preis= 159E + 40E Versand = 214,57 Fr.-

Die Werte sind ähnlich und auch plausibel. Die Internetseite vom Goldenmotor wirkte jedoch nicht besonders vertrauenswürdig. Darum tendiere ich zum zweiten Motor von Elektroped. Bei diesem Anbieter kann zugleich noch der passende Controller gekauft werden. Zudem bieten Sie auch noch diverse passende Kettenräder und Ketten an. Der Motor hat ausserdem 100W mehr Leistung. Das bedeutet, dass die bisher gemachten Berechnungen, nicht genau mit dem Motor übereinstimmen. Der Unterschied ist aber nur minimal und kann vernachlässigt werden.

Nachgerechnete Werte:

Beschleunigung von 0Km/h auf 50Km/h

$$\Delta t = \frac{E_{\text{kin}}}{P \cdot \eta_{\text{ges}}} = \frac{21216,415 \text{ Nm}}{1600 \text{ W} \cdot 0,85} = \underline{\underline{15,600 \text{ s}}}$$

Beschleunigung von 0Km/h auf 20Km/h

$$\Delta t = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_3^2}{P \cdot \eta_{\text{ges}}} = \frac{0,5 \cdot 220 \text{ kg} \cdot (5,55 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{1600 \text{ W} \cdot 0,85} = \underline{\underline{2,451 \text{ s}}}$$

Drehmoment von Motor mit Ketteantrieb

$$M_A = M_m \cdot i \cdot \eta_{\text{ges}} = 3,321 \cdot 4,5 \cdot 0,85 = \underline{\underline{12,705 \text{ Nm}}}$$

$$M_m = \frac{9550 \cdot P}{n} = \frac{9550 \cdot 1,6 \text{ kW}}{4600 \text{ min}} = \underline{\underline{3,321 \text{ Nm}}}$$

Kapazität

$$C_N = \frac{P \cdot s_{\text{max}}}{U \cdot v_1} = \frac{1600 \text{ W} \cdot 20 \text{ km} \cdot h}{48 \text{ V} \cdot 50 \text{ km}} = \underline{\underline{13,33 \text{ Ah}}}$$

8.5 Auslegung Kette

Zum Motor wird direkt ein passendes Kettenrad mitgeliefert. Das Kettenrad ist für die T8F Kette geeignet. Diese Ketten werden hauptsächlich für Pocket-Quad, Supermoto oder Pocket-Rennbikes genutzt. Die Kette ist schon für die geforderten Geschwindigkeiten ausgelegt.

Die Dimension von dem Ritzel und der Kette:

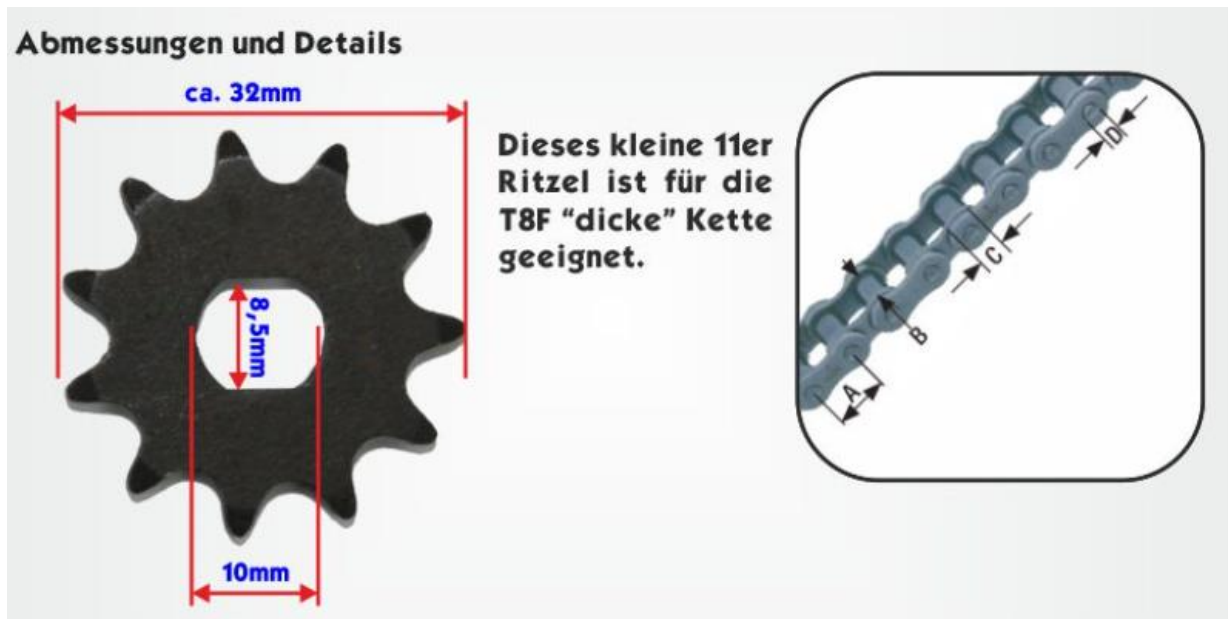


Abbildung 15 Ritzel Dimension

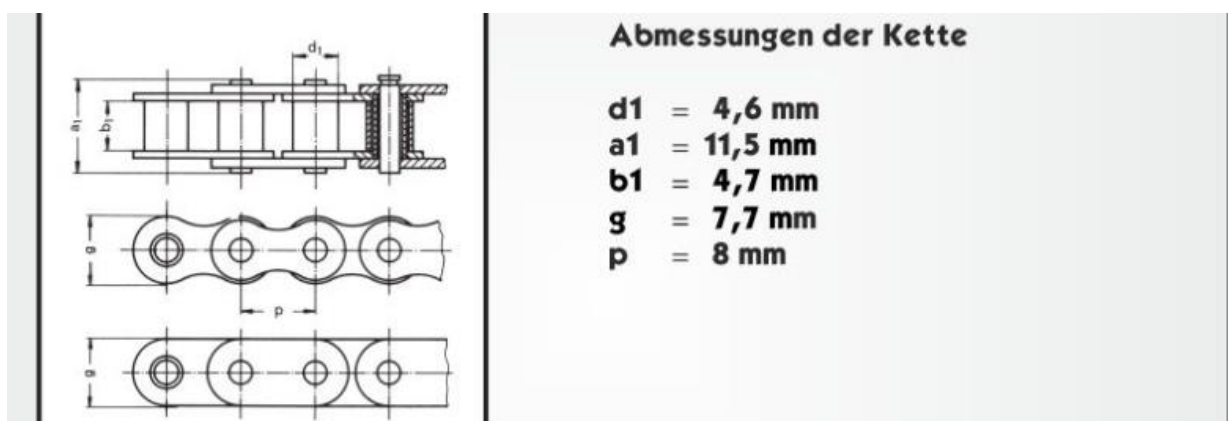
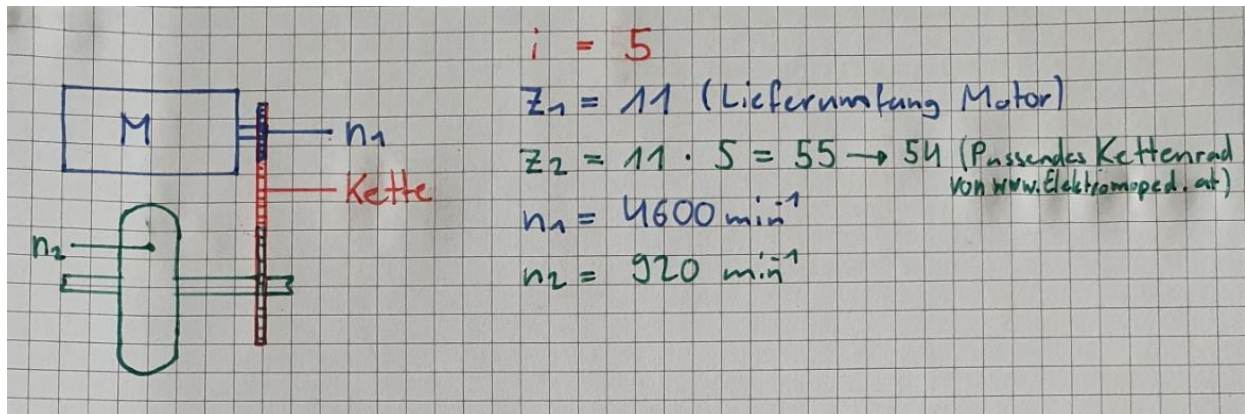


Abbildung 16 Kette Dimension

Zuerst wurde mit Hilfe einer Skizze eine Übersicht erstellt. Danach wurden die vorhandenen Daten dazu geschrieben.



Damit berechnet werden kann wie viele Glieder die Kette braucht, muss zuerst der ungefähre Achsabstand bestimmt werden. Der wird laut Roloff Matek folgendermassen ausfindig gemacht: $a_0 = 30-50 \times p$. Damit ein möglichst kurzer Achsabstand entsteht, wird mit dem Faktor 30 gerechnet. Danach kann die Anzahl Glieder und der tatsächliche Achsabstand berechnet werden.

$p = 8 \text{ mm}$
 $d_1 = 11,6 \text{ mm}$
 $a_1 = 11,5 \text{ mm}$
 $b_1 = 4,7 \text{ mm}$
 $y = 7,7 \text{ mm}$

$$X_0 = 2 \cdot \frac{a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{a_0}$$

$p = 8 \text{ mm}$
 $a_0 \approx 30 \cdot p = 30 \cdot 8 = 240$

$$X_0 = 2 \cdot \frac{240}{8} + \frac{11 + 54}{2} + \left(\frac{54 - 11}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{8}{240} = 94,06 \rightarrow \underline{94} \text{ (immer Geradz)}$$

$$a = \frac{p}{4} \cdot \left[\left(X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) + \sqrt{\left(X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 2 \left(\frac{z_2 - z_1}{\pi} \right)^2} \right]$$

$$a = \frac{8 \text{ mm}}{4} \cdot \left[\left(94 - \frac{11 + 54}{2} \right) + \sqrt{\left(94 - \frac{11 + 54}{2} \right)^2 - 2 \left(\frac{54 - 11}{\pi} \right)^2} \right]$$

$$= \underline{\underline{239,74 \text{ mm}}}$$

Danach muss die Kettenzugkraft und der Fliehzug berechnet werden.

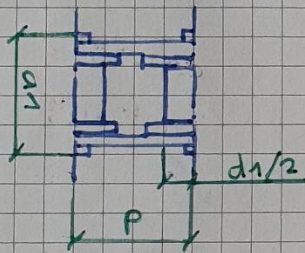
Kettenzugkraft

$$F_t = \frac{P}{v} = \frac{1600 \text{ W} \cdot \text{s}}{6,816 \text{ m}} = \underline{\underline{234,734 \text{ N}}}$$

Fliehzug

$$F_z = q \cdot v^2 = 0,25 \text{ kg/m} \cdot 6,816 \text{ m/s} = \underline{\underline{1,7 \text{ N}}}$$

q = Längengewicht der Kette in kg/m



$$a_1 = 11,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = 4,6 \text{ mm}$$

$$p = 8 \text{ mm}$$

$$M = \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot a_1 \cdot p = \left(\frac{0,0046 \text{ dm}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 0,115 \text{ dm} \cdot 7,85 \text{ kg/dm}^3$$

$$M = 0,0015 \text{ kg} \approx 0,002 \text{ kg}$$

$$q = \frac{m}{p} \cdot M = \frac{1000 \text{ mm}}{8 \text{ mm} \cdot \text{m}} \cdot 0,002 \text{ kg} = \underline{\underline{0,25 \text{ kg/m}}}$$

Nun kann mit Hilfe des Stützzuges die Kraft F_{wu} berechnet werden.

Stützung am unteren Kettenrad

$$F_{su} = q \cdot g \cdot l_T \cdot F'_s = 0,25 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,235 \text{ m} \cdot 0,5 = \underline{\underline{0,293 \text{ N}}}$$

$F'_s = \text{TB 17-4} \rightarrow f_{rel} = 2\%$ (Formelsammlung S.154 steht normal $f_{rel} = 2\%$)

Neigungswinkel $\psi = 90^\circ$
 $F'_s = 0,5$

$$l_T = a \cdot \cos(\epsilon_0) = 239,74 \text{ mm} \cdot \cos(0,227) = \underline{\underline{239,738 \text{ mm}}}$$

$$\epsilon_0 = \frac{(d_2 - d_1)}{(2 \cdot a)} = \frac{(137,587 \text{ mm} - 28,395 \text{ mm})}{2 \cdot 239,74 \text{ mm}} = \underline{\underline{0,227^\circ}}$$

$$d_2 = \frac{P}{\sin(\frac{180^\circ}{z_2})} = \frac{8}{\sin(\frac{180^\circ}{54})} = \underline{\underline{137,587 \text{ mm}}}$$

Belastung der unteren Welle bei geneigter Lage des Lochtrums.

$$F_{wu} = F_t \cdot K_A + 2 F_{su} = 234,734 \text{ N} \cdot 1,35 + 2 \cdot 0,293 \text{ N} = \underline{\underline{317,476 \text{ N}}}$$

$K_A = 1,35$ (TB 3-5) $\rightarrow$ Arbeitsweise $\approx$ mässige Stösse
Antriebsmaschine = leichte Stösse

Es wirkt eine Kraft von 317,476N auf die Antriebswelle.

In der zweiten Sitzung mit dem Diplomlehrer, wurde noch über einen Kettenspanner gesprochen. Ein Kettenspanner bringt meiner Meinung nach zwei Vorteile mit sich. Der erste Vorteil ist eine deutlich einfachere Montage der Kette und der zweite ist, dass der Kettenspanner mehr Umschlingung von der Kette auf das Kettenrad und auf das Ritzel generiert. Es gibt verschiedene Arten von Kettenspannern. Es wurde eine günstige Variante mit einer Führungsrolle gewählt. Die gewählte Variante wurde für Motocross Motorräder ausgelegt. Sie kann ganz einfach an eine Verstrebung angeschraubt werden und mit einem Gelenk in die richtige Position gebracht werden. Um das Gelenk zu arretieren kann eine Schraube angezogen werden.

8.6 Auslegung Antriebswelle

Zuerst wurde nach einem kompletten 11 Zoll Rad mit Löchern für die Befestigung der Bremsscheibe und dem Kettenblatt gesucht. Auch hier entpuppte sich die Suche nach einem passenden Rad als schwierig. Oftmals sind die Angaben zum Rad nur sehr rar. Dazu kommt, dass fast nirgends ein 3D Modell zu finden ist. Die Vorrecherche war nicht so gut, denn auch nach langem Suchen konnte kein passendes Rad gefunden werden. Es wurde nach einem Komplettrad gesucht, welches wie beim Fahrrad, auf einer Achse dreht, damit es nicht noch eine

zusätzliche Lagerung der Achse braucht. Mit dieser Variante kann die Achse, wie beim Fahrrad, ganz einfach an- und abgeschraubt werden. Nach vergeblicher Suche nach einem 11 Zoll Komplettrad, wurde nach 10 und 12 Zoll Kompletträdern gesucht. Als erstes wurde ein 12 Zoll Rad für ein Joggster Kinderwagen gefunden. Dieses Rad war



Abbildung 18 Dirt Bike Komplettrad 10 Zoll

aber zu instabil. Danach wurden viele E-Scooter Räder gefunden, bei denen jedoch die Grösse nicht stimmte. Die Mehrheit dieser Räder war 8,5 Zoll gross oder kleiner. Nach weiterem Suchen, wurde das 10 Zoll Enduro Cross Dirtbike Komplettrad entdeckt. Dieses Rad passte sehr gut ins Konzept, auch wenn es nicht bei der Lösungsfindung mit dem morphologischen Kasten dabei war. Es ist 3 Zoll breit und hat Löcher für die Scheibenbremse und für das Kettenblatt. Die Achse hat einen Durchmesser vom 15mm. Damit kontrolliert werden konnte, ob die Achse genug sicher ist, wurde diese Ausgerechnet.

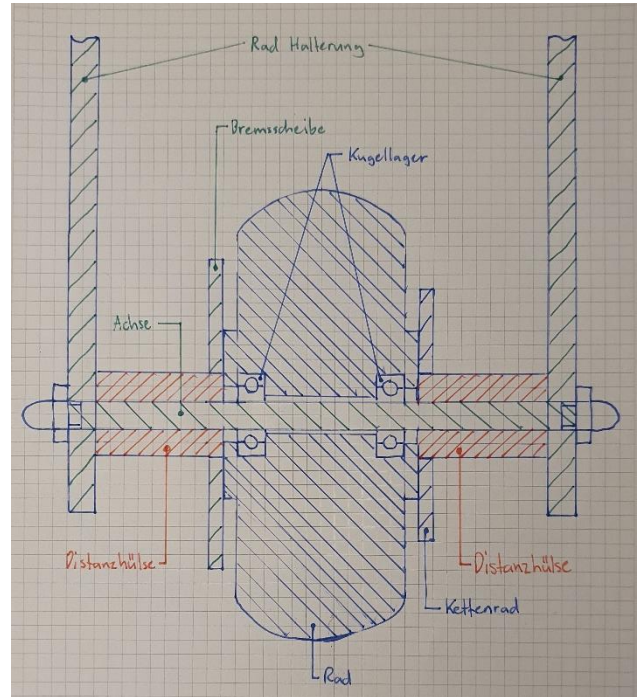
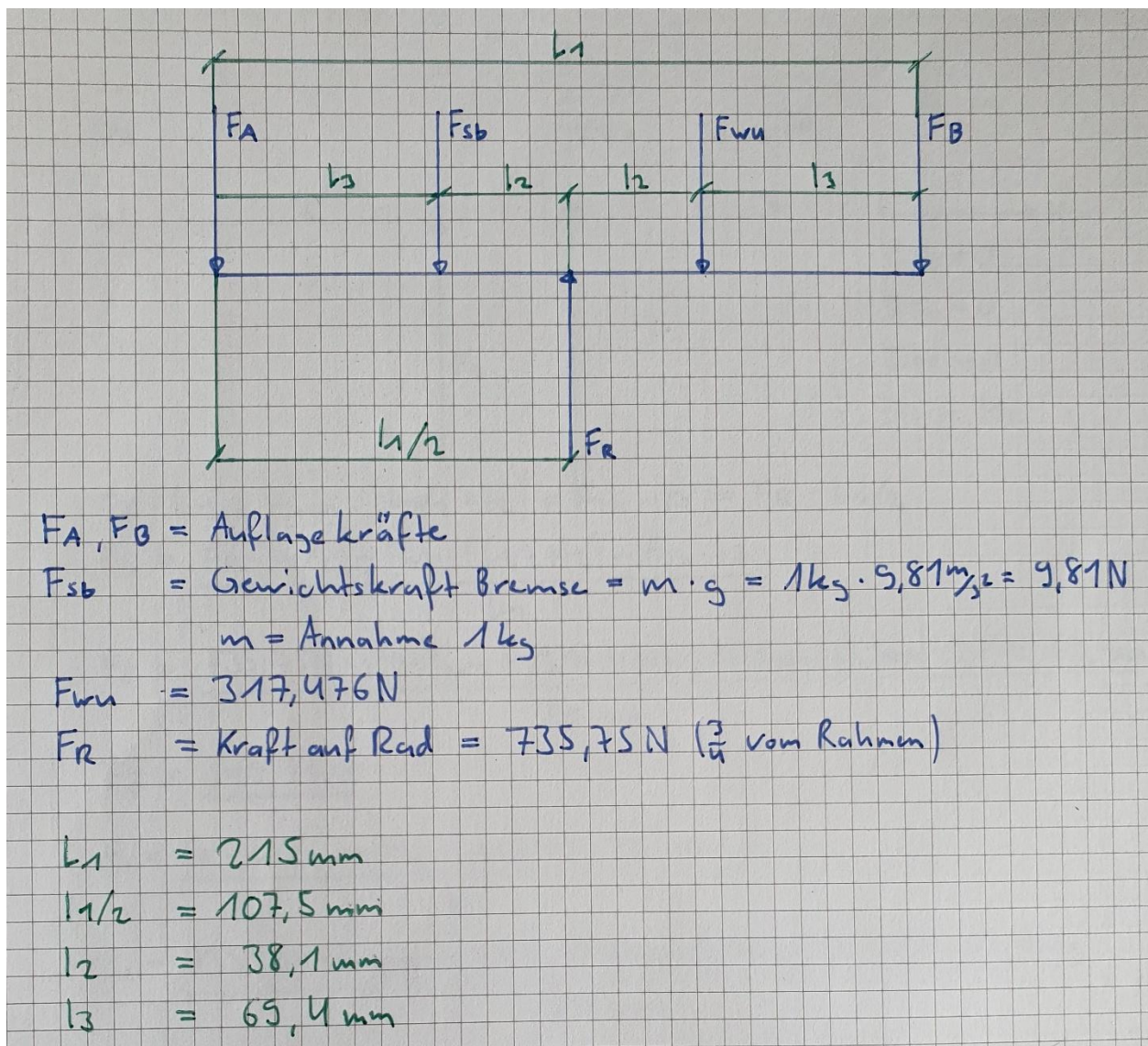


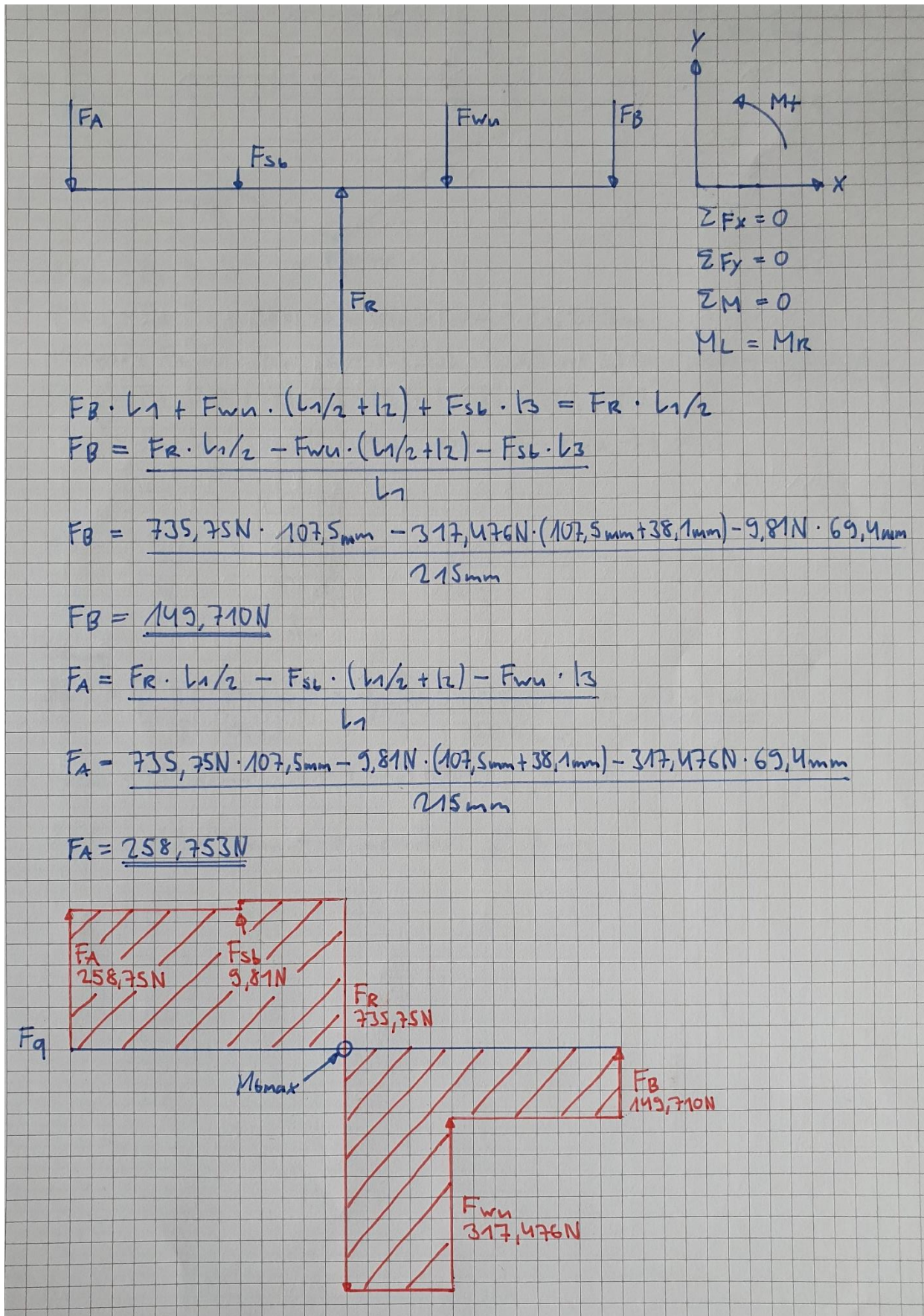
Abbildung 19 Skizze Antriebsachse

Die Achse hat einen Durchmesser vom 15mm. Damit kontrolliert werden konnte, ob die Achse genug sicher ist, wurde diese Ausgerechnet.

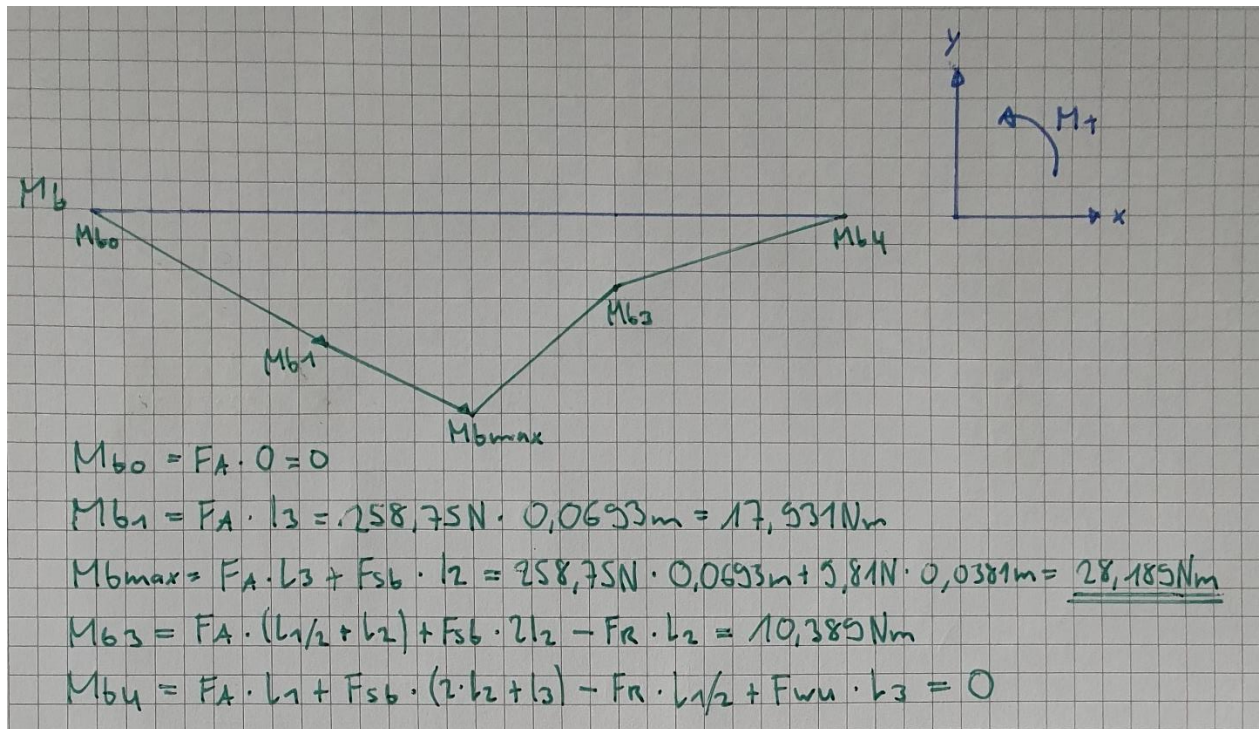
Zuerst wurde eine Skizze mit den Kräften und den Massen erstellt.



Danach wurde die Auflagekraft F_A und F_B berechnet.



Wenn F_A und F_B ermittelt sind, kann M_{bmax} berechnet werden.



Nun wird der erforderliche Durchmesser ausgelegt. Dabei ist zu beachten das M_{bmax} mit dem Sicherheitsfaktor 2 berechnet wird. Dieser erforderliche Durchmesser ist nur auf die Biegung und nicht mit der Torsion berechnet. Da es sich um eine Achse handelt, muss die Torsion nicht mitberechnet werden. Somit muss auch kein Vergleichsmoment berechnet werden. Leider ist dies erst nach dem Berechnen aufgefallen. Die gemachten Berechnungen zur Auslegung mit dem Vergleichsmoment, der statischen und dynamischen Sicherheit finden sich im Anhang.

Biegung

$$d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{bmax}}{\pi \cdot \sigma_{bzul}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot (28189 \cdot 2)}{\pi \cdot 250 \text{ N/mm}^2}} = \underline{\underline{13,194 \text{ mm}}}$$

$$\sigma_{bzul} = 250 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tb 1-1} \rightarrow 1,4301)$$

$$d_{erf} = 13,194 \text{ mm} \rightarrow \text{gewählt } \underline{\underline{\varnothing 15 \text{ mm}}}$$

8.7 Auslegung Bremsen

Um die Fahrt wieder zu verlangsamen braucht es Bremsen. Diese lassen sich in allen möglichen Ausführungen finden. Es gibt sowohl Mechanische als auch hydraulische Bremsanlagen, Scheiben oder häufig auch Trommelbremsen. Da die Sicherheit sehr wichtig ist, wird eine hydraulische Scheibenbremse verbaut. Die Scheibenbremse muss eine Kraft von 133N aufbringen, damit die Scheibenbremse die Antriebswelle zum Stillstand bringt.

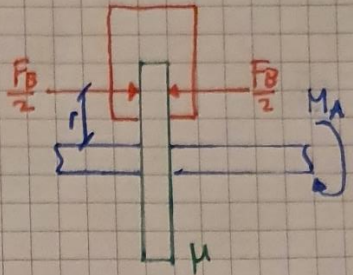
$$M_A = 2 \cdot F_B \cdot \mu \cdot r \rightarrow F_B = \frac{M_A}{2 \cdot \mu \cdot r}$$

2 weil F_B von beiden Seiten wirkt.

$M_A = 12,705 \text{ Nm}$ (Auslegung Motor)

$\mu = 0,5$ (Bei "Kalt"-Bremsung 50°C)

$r = \frac{190 \text{ mm}}{2} = 95 \text{ mm}$

$$F_B = \frac{12,705 \text{ Nm}}{2 \cdot 0,5 \cdot 0,095 \text{ m}} = 133,736 \text{ N}$$


Nun wird der Bremsweg von einer Vollbremsung, mit 50km/h Anfangsgeschwindigkeit, berechnet. Damit der Bremsweg berechnet werden kann, muss zuerst der Bremsweg der Scheibenbremse berechnet werden. Sprich den Weg, welchen ein Punkt auf der Scheibenbremse zurücklegen würde.

$$\text{End Energie} = E_{\text{kin}} - W_{\text{ab}}$$

$$0 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - F \cdot s \cdot \mu$$

$$F \cdot s \cdot \mu = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$s = \frac{1 \cdot m \cdot v^2}{2 \cdot F \cdot \mu}$$

$$\text{Scheibendrehung} = \frac{1 \cdot 220 \text{ kg} \cdot \left(13,888 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{0,6 \cdot 2 \cdot 133,736 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} = 264,102 \text{ m}$$

Jetzt können noch der effektive Bremsweg und die Bremszeit berechnet werden.

$$S = \frac{\text{Umschreibung}}{2 \cdot \pi} = \frac{264,102 \text{ m}}{2 \cdot \pi} = \underline{\underline{42,192 \text{ m}}}$$

$$S = \frac{v \cdot t}{2} \rightarrow t = \frac{s \cdot 2}{v} = \frac{42,192 \text{ m} \cdot 2 \cdot \text{s}}{13,888 \text{ m}} = \underline{\underline{6,076 \text{ s}}}$$

Bei einem Auto gilt die Faustregel: $s = \frac{v}{2} \times \frac{v}{2} = \frac{50 \text{ km/h}}{2} \times \frac{50 \text{ km/h}}{2} = 25 \text{ m}$

Das Resultat scheint realistisch zu sein. Im Gegensatz zum Auto hat der Drifter nur eine Bremse und hat auch keine Bremsunterstützung, wie z.B. das ABS, dafür aber weniger Masse. Darum ist ein Bremsweg von 42m realistisch.

Die Wahl der Bremsanlage fiel auf die Cenkoo 125 Dirt Bike. Diese ist kompatibel mit dem Antriebsrad. Dazu wird auch noch die Cenkoo Scheibenbremsscheibe gekauft. Diese Bremsanlage ist für die solche Kräfte ausgelegt und ist daher optimal für dieses Projekt.



Abbildung 20 Bremsanlage für Dirt Bike

8.8 Auslegung Akkumulator

Da der Akkumulator in der Auswertung des morphologischen Kastens schon ausgelegt wurde, kann die Suche nach dem geeigneten Akkumulator beginnen.

Eckdaten des gesuchten Akkumulators:

- Spannung $U = 48V$
- Kapazität $C_n = 12,5Ah$
- Strom $I_{max} = 72,91A$
- Wattstunden = 600Wh
- Strom $I_{nenn} = 23,23A$

Schnell wird ein geeigneter Akkumulator gefunden. Dieser wird normalerweise für E-Bikes verwendet. Für eine einfache Montage und Demontage ist bereits eine Halterung eingebaut, welche nur noch am Drifter befestigt werden muss. Die angeforderten

Eckdaten sind auch alle erfüllt. Hier die Daten des Akkumulators:

Lithium-Ionen E-Bike Sattelrohrakkumulator 48V 12,5Ah (600Wh)

Eckdaten:

- Spannung: 48V
- Kapazität: 12,5Ah
- Energie: 600Wh
- LiCoxNiyMnzO2 Akku
- 18650 Lithium Ionen Zellen
- Gewicht: 4kg
- Eingebautes BMS

Batterie Management System

- ca. 800-1000 Ladezyklen möglich
- Temperatur- und Überladeschutz
- Ein- und Ausschalter am Akku
- Maße: 39 x 75 x 11 cm
- max. Dauerentladestrom: 25A
- max. Spitzenentladestrom: 75A (1-3 Sekunden)
- Abschaltspannung: 35,75V
- Ladespannung: 54,6V
- Preis 319 Euro = 343,99 Fr.

Lieferung:

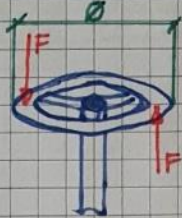
- Akku 48V 12,5Ah
- Powerkabel
- Halterung
- 2 Schlüssel
- Ladegerät 54,6V 2A



Abbildung 21 E-Bike Sattelrohrakkumulator

8.9 Auslegung Lenkung

Damit die Lenkung sicher wird, wird der minimale Durchmesser von der Lenkstange berechnet. Die grösste Kraft die auf die Stange wirkt, ist das Torsionsmoment. Um das Moment zu berechnen, wird eine Kraft und einen Weg benötigt. Im vorliegenden Fall wird mit der Kraft $F_2 \times 2$ (Sicherheitsfaktor) und dem Radius vom Lenkrad gerechnet.



$$F = F_2 \text{ (Berechnung Rahmen)} \cdot 2 \text{ (Sicherheitsfaktor)}$$

$$F = 735,75 \text{ N} \cdot 2 = \underline{1471,5 \text{ N}}$$

$$\varnothing = 0,27 \text{ m (Standardgrösse)}$$

$$M_T = \frac{\varnothing}{2} \cdot F = \frac{0,27 \text{ m}}{2} \cdot 1471,5 \text{ N} = \underline{198,652 \text{ Nm} \rightarrow 198652,5 \text{ Nmm}}$$

$$d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{M_T}{0,2 \cdot T_{zul}}} = \sqrt[3]{\frac{198652,5 \text{ Nmm} \cdot \text{mm}^2}{0,2 \cdot 150 \text{ N}}} = \underline{18,778 \text{ mm}}$$

$$T_{zul} = \text{TB1-1 1.4305 (Lagermaterial Firma)} \quad 150 \text{ N/mm}^2$$

$$d_{erf} = \underline{18,778 \text{ mm} \rightarrow \text{gewählt } 20 \text{ mm}}$$

Gewählt wird ein Stangendurchmesser von 20 Millimetern.

Zudem wird der erforderliche Durchmesser beim Bremsen und danach der erforderliche Durchmesser beim Beschleunigen berechnet.

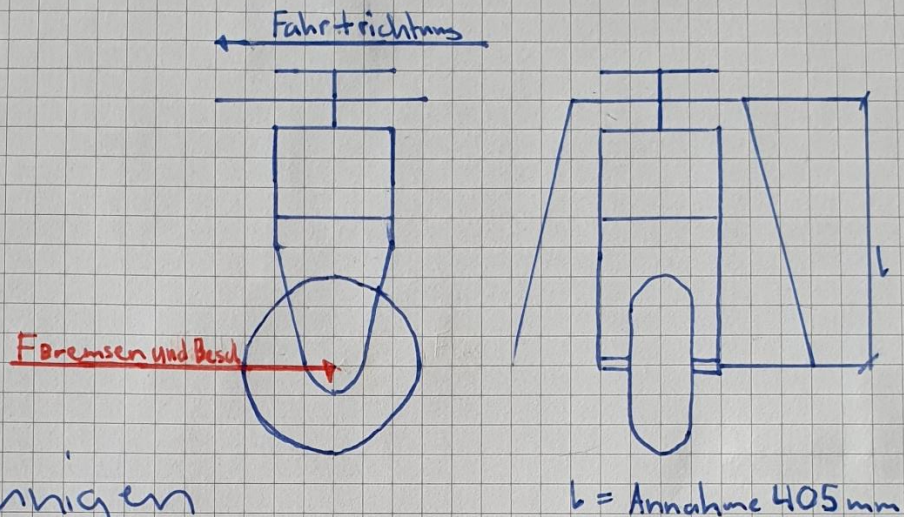
$$F = m \cdot a = 220 \text{ kg} \cdot 0,607 \text{ m/s}^2 = \underline{133,54 \text{ N}}$$

$$M_{b\max} = F \cdot L = 133,54 \text{ N} \cdot 405 \text{ mm} = \underline{54083,7 \text{ Nmm}}$$

$$M_{b\max} \text{ mit Sicherheitsfaktor } 2 = \underline{108167,4 \text{ Nmm}}$$

$$d_{\text{erf}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_b}{\pi \cdot \sigma_{\text{zul}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 108167,4 \text{ Nmm} \cdot \text{mm}^2}{\pi \cdot 250 \text{ N}}} = \underline{16,395 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{\text{zul}} = 250 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{TB 1-1} \rightarrow \text{Werkstoff 1,4301})$$



Beschleunigen

$$a = \frac{v}{t} = \frac{13,888 \text{ m}}{16,64 \text{ s}} = \underline{0,834 \text{ m/s}^2}$$

$$t = 16,64 \text{ s} \quad (\text{Auslegung Motor})$$

$$F = m \cdot a = 220 \text{ kg} \cdot 0,834 \text{ m/s}^2 = \underline{183,48 \text{ N}}$$

$$M_{b\max} = F \cdot L = 183,48 \text{ N} \cdot 405 \text{ mm} = \underline{74309,4 \text{ Nmm}}$$

$$M_{b\max} \text{ mit Sicherheitsfaktor } 2 = \underline{148618,8 \text{ Nmm}}$$

$$d_{\text{erf}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_b}{\pi \cdot \sigma_{\text{zul}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 148618,8 \text{ Nmm} \cdot \text{mm}^2}{\pi \cdot 250 \text{ N}}} = \underline{18,22 \text{ mm}}$$

Die Wahl einer 20mm Welle ist demnach sicher.

Bei der Lenkung muss das Steuerrad mit der Lenkwelle verschraubt werden. Die Lenkwelle muss dann, beispielsweise mit Hilfe eines Lagers, auf den Rahmen geführt werden. Danach muss die Lenkwelle mit der Antriebsradbaugruppe verbunden werden. Das schwierige daran ist die Verbindung zwischen der Antriebsradbaugruppe und dem Rahmen zu realisieren. Die Verbindung soll mit einer festen Flanschlagereinheit und der Lenkwelle erreicht werden. Es wird eine Flanschlagereinheit von Mädler verbaut. Diese hält den Kräften stand und kann mit einem Gewinde mit der Steuerwelle verbunden werden.

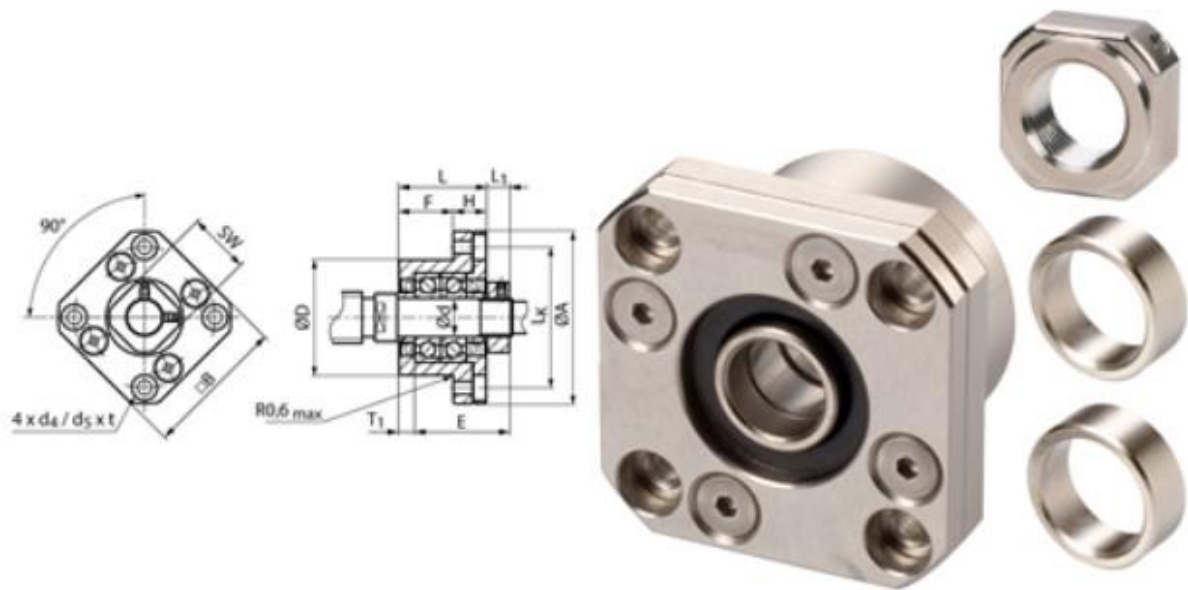


Abbildung 22 Flanschlagereinheit FK 20, Gehäuse aus Stahl, vernickelt

8.10 Auslegung Rahmen

Nach intensiver Recherche im Internet, wird klar, dass die Auslegung eines Rahmens nicht einfach wird. Es ist nie ganz klar, welche Kräfte beim Fahren wirken. Somit wird die genaue Berechnung des Rahmens schier unmöglich. Auch bei den Profi-Rennkarts werden die Rahmen praktisch nie ganz berechnet, sondern durch Erfahrung dimensioniert. Bei den Profi-Rennkarts ist es sogar erwünscht, dass es an gezielten Orten ein Bisschen federt. Dies hat natürlich eine negative Auswirkung auf die Lebensdauer des Rahmens und ist somit beim Rahmen dieses Projekts nicht erwünscht. Damit der Rahmen des Drifters trotzdem ausgelegt werden kann, wird angenommen, dass der ganze Drifter aus nur einem Balken besteht, auf welchen die ganze Last wirkt. Zudem wird mit dem doppelten Gewicht gerechnet, damit der Sicherheitsfaktor von 2 miteinbezogen wird. Das ergibt einen Sicherheitsfaktor von 4, weil zum einen mit dem Sicherheitsfaktor 2- und zum anderen mit nur einem Balken gerechnet wird. Da aber beim Rahmen immer mindestens 2 Balken parallel sind, ergibt es dann den Sicherheitsfaktor 4. Da die Torsion beim Fahren nur sehr schwer zu ermitteln ist, habe ich entschieden, diese zu vernachlässigen. Am Rahmen entsteht fast keine Torsion, weil das Antriebsrad mit einer festen Flanschlagereinheit mit dem Rahmen verbunden wird und die Stützräder um 360° drehen können. Es wird auch sonst mit genügend Sicherheit gerechnet und dieser Faktor ist daher zu vernachlässigen.

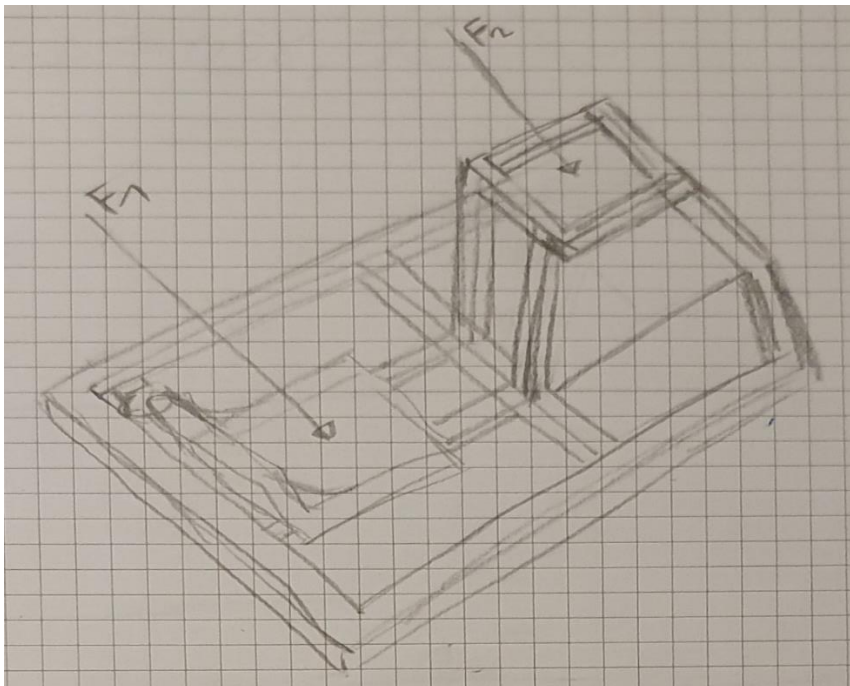
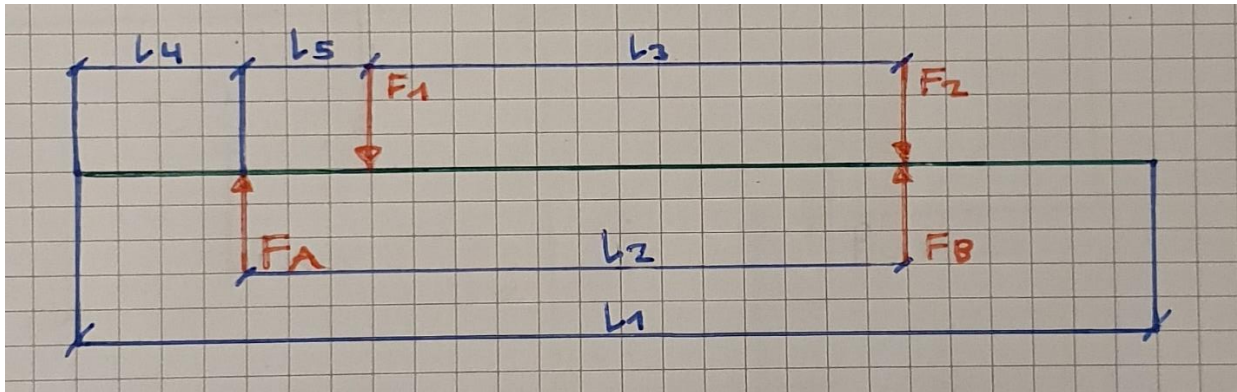


Abbildung 23 Skizze Rahmen

Bevor mit der Berechnung begonnen wird, wird eine grobe Skizze mit den Dimensionen erstellt. Damit wird ein Überblick geschaffen.

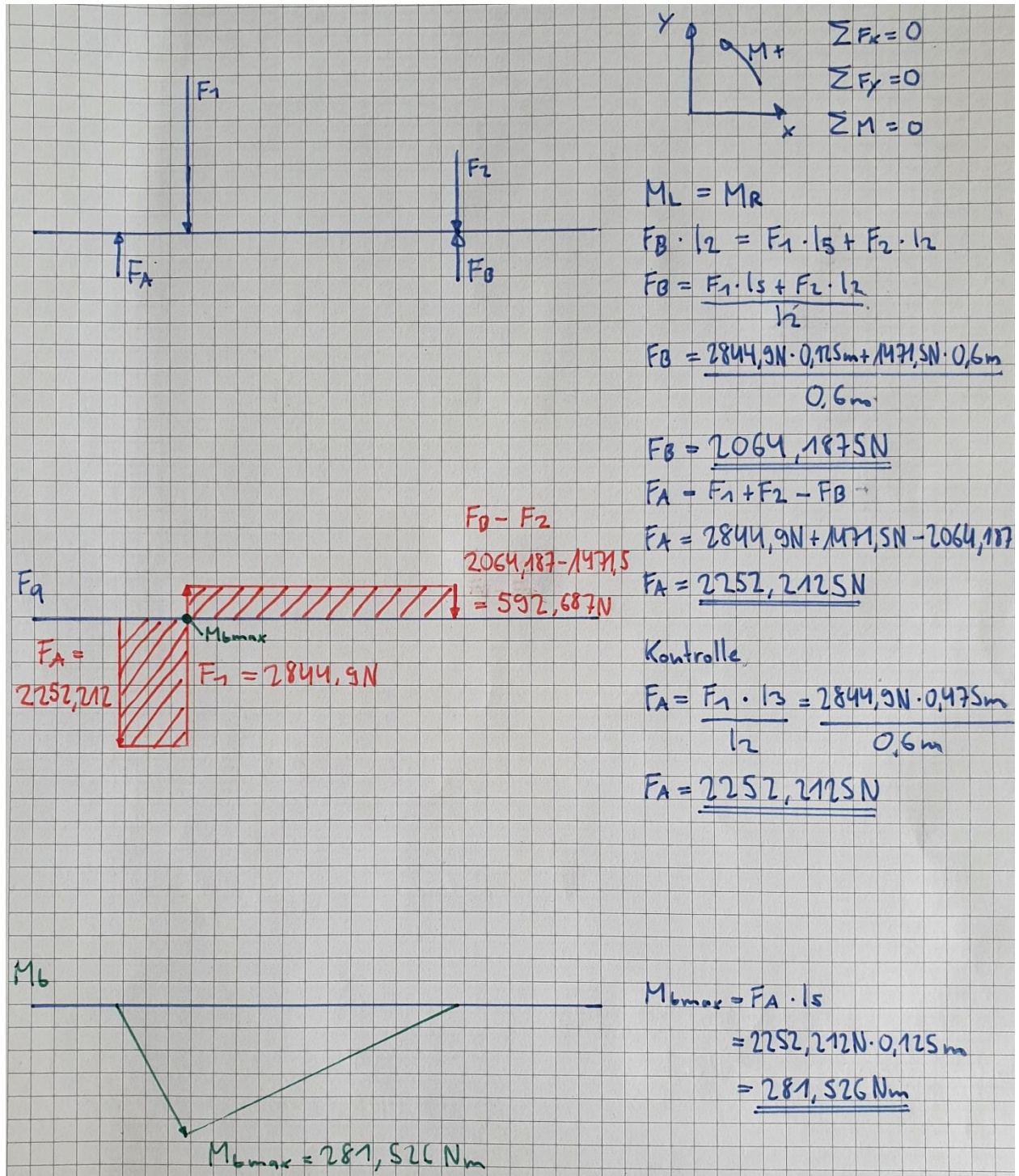


$$\begin{aligned}
 l_1 &= 1\text{m} \\
 l_2 &= 0,6\text{m} \\
 l_3 &= 0,475\text{m} \\
 l_4 &= 0,15\text{m} \\
 l_5 &= 0,125\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 120\text{kg (Person)} + 25\text{kg (1/4 vom Rahmen)} \\
 &= 145\text{kg} \cdot 9,81\text{ m/s}^2 = 1422,45\text{N} \cdot 2 \text{ (Sicherheitsfaktor)} \\
 &= \underline{2844,9\text{N}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_2 &= 75\text{kg (3/4 vom Rahmen etc.)} \cdot 9,81\text{ m/s}^2 \\
 &= 735,75 \cdot 2 \text{ (Sicherheitsfaktor)} \\
 &= \underline{1471,5\text{N}}
 \end{aligned}$$

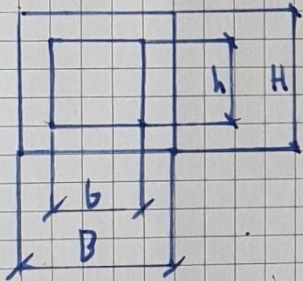
Jetzt werden die Auflagerkräfte und das maximale Moment des Rahmens berechnet und gezeichnet.



Zuerst wird der geforderte Durchmesser berechnet. Aus dem Durchmesser kann die erforderliche Fläche abgeleitet werden. Mit der Fläche wird das benötigte Vierkantrohr ermittelt.

$$d_{\text{erf}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_b}{\pi \cdot \sigma_{\text{zul}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 281526 \text{ Nmm}}{\pi \cdot 250 \text{ N/mm}^2}} = \underline{\underline{22,55 \text{ mm}}}$$

$\sigma_{\text{zul}} = 250 \text{ N/mm}^2$ Tb 1-1 1.4301

$$A_{\text{erf}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (22,55 \text{ mm})^2}{4} = \underline{\underline{399,46 \text{ mm}^2}}$$


Dimensionierung Vierkantrohr
 $(H \cdot b) - (h \cdot b) = (40 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}) - (34 \text{ mm} \cdot 34 \text{ mm})$
 $= \underline{\underline{444 \text{ mm}^2}} > 399,46 \text{ mm}^2 \checkmark$

Vierkantrohr 40 x 40 x 3

Am Schluss wird noch die Sicherheit gegen fließen berechnet. Die Sicherheit muss größer als die S_{fmin} sein, damit sichergestellt ist, dass der Rahmen sicher ist.

$$\sigma_{\text{bf}} = 1,2 \cdot R_{p0,2N} \cdot k_t = 1,2 \cdot 190 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,98 = \underline{\underline{223,44 \text{ N/mm}^2}}$$

$R_{p0,2N} = \text{Tb 1-1 } 190 \text{ N/mm}^2$
 $k_t = \text{Tb 3-11 Kurve 3} \approx 0,98$

$$S_F = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{b\text{max}}}{\sigma_{\text{bf}}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\text{max}}}{\tau_{\text{bf}}}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{55,216 \text{ N/mm}^2}{223,44 \text{ N/mm}^2}\right)^2}} = \underline{\underline{4,046}} \checkmark$$

$\sigma_{b\text{max}} = \frac{M_{b\text{max}}}{W_b} = \frac{281526 \text{ Nmm}}{\frac{40 \cdot 40^3 - 34 \cdot 34^3}{6 \cdot 40}} = \underline{\underline{55,216 \text{ N/mm}^2}}$

$S_F > S_{\text{fmin}} \rightarrow \underline{\underline{4,046}} > 1,5 \checkmark$

$S_{\text{fmin}} = 1,5$ Tb 3-14

8.11 Auslegung Hinterradwelle

Da der Rahmen ausgelegt ist, kann jetzt die Hinterradwelle ausgelegt werden. Die Hinterradwelle wird mit Rillenkugellagern positioniert. Die Lager wurden der Firma

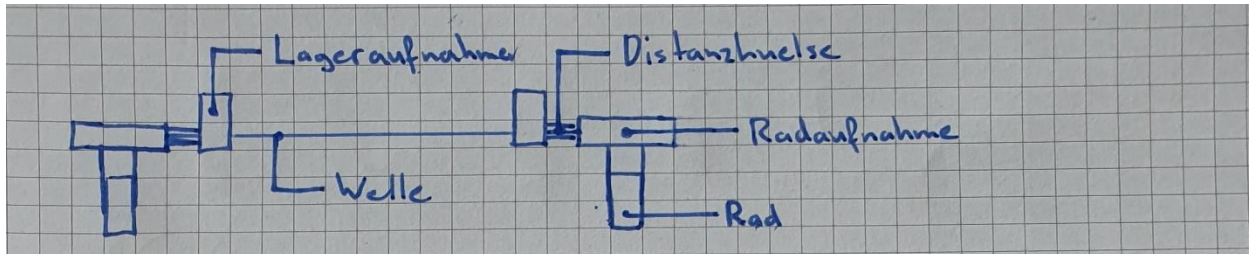


Abbildung 25 Skizze Hinterradwelle

Ypsomed abgekauft, welche diese nicht mehr benötigte. Es handelt es sich um vier Rillenkugellager 6005 von SKF. Es werden je zwei Lager in eine Lagerhalterung gebaut. Ein Lager hat laut SKF eine statische Tragkraft von 6,55kN. Diese Tragkraft von einem Lager ist deutlich grösser als die Kraft, die auf die hintere Welle wirkt. In der Berechnung vom Rahmen wurde ausgerechnet, dass eine Kraft von 2,844kN auf die hintere Welle herrscht. Diese Lager haben einen Innendurchmesser von 25mm und einen Aussendurchmesser von 47mm. Die Breite misst 12mm. Die Halterung der Lager wird an den Rahmen geschraubt. Damit die Welle am Rahmen befestigt werden kann, werden Löcher in die Halterung gebohrt. So kann bei der Montage die ganze Welle, mit den Komponenten, bis an den Anschlag des Rahmens gestossen und danach befestigt werden. Die Radhalterung wird mit zwei M8 Schrauben an die Welle geklemmt. Die Berechnung der Klemmkraft befindet sich im Anhang. Die Radhalterung hat neben der Funktion als Radhalterung noch die Funktion als Anschlag. Die zwei roten Flächen sind die Anschlagflächen. Die linke rote Fläche hat einen Winkel von 30°. Damit die Welle nicht hin und her rutscht, wird zwischen die Radhalterung und die Lagerhalterung noch eine Distanzhülse montiert. Wenn der Handhebel nicht hochgezogen wird, fährt der Drifter im Normalmodus. Das heisst, dass die zwei Hinterräder sich nicht um 360° drehen können und nicht gedriftet werden kann. Sobald der Handhebel hochgezogen wird, gelangt man in den Driftmodus. In diesem Modus können sich die Räder um 360° drehen und der Drifter driftet. Der Driftmodus bleibt nur solange aktiv, wie der B-TMA-17-T-a

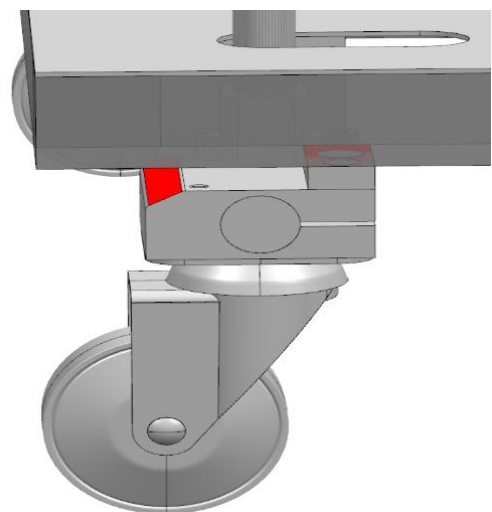


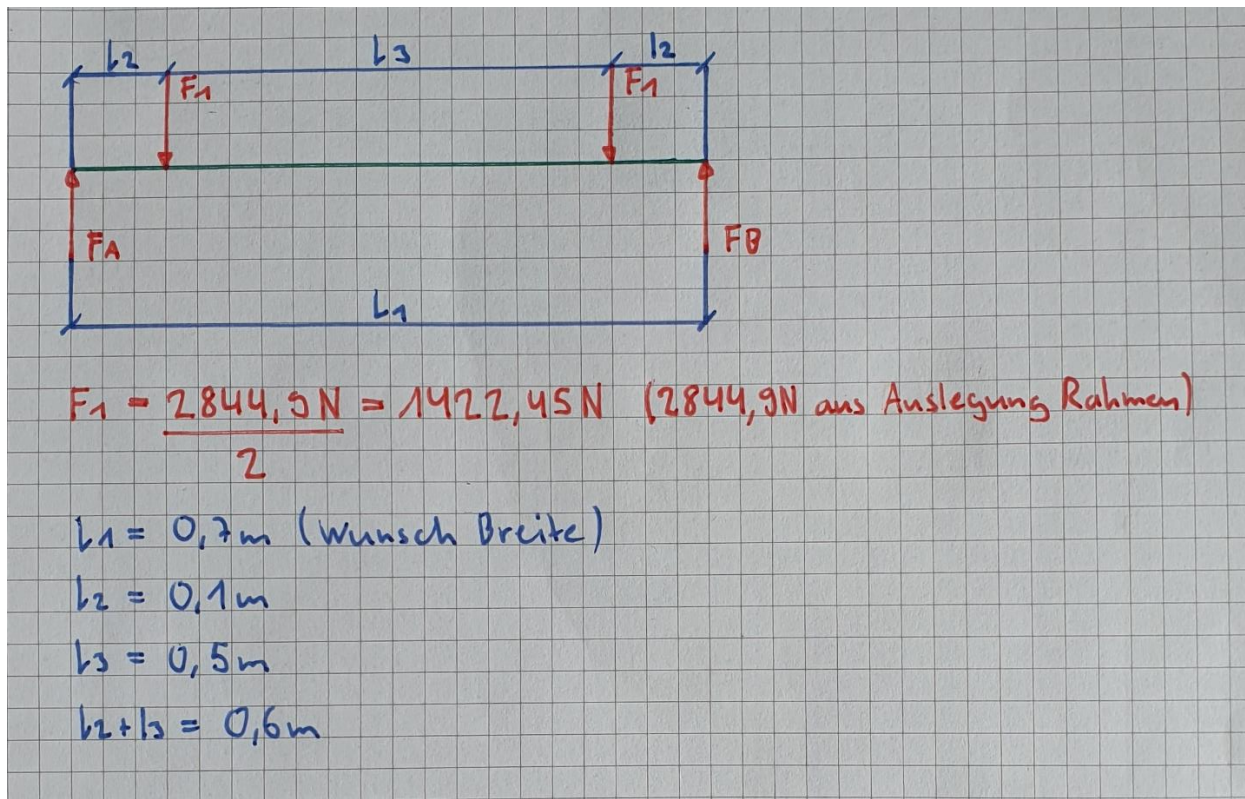
Abbildung 24 Radhalterung mit Anschlag

Handhebel hochgezogen wird. Wird der Hebel losgelassen, gelangt das Fahrzeug durch die Schwerkraft wieder zurück in den Normalfahrmodus, weil das Rad 40mm von der Wellenmittelachse entfernt ist.

Im nächsten Schritt wird der geforderte Durchmesser der Welle gesucht, bei dem sie nicht von der Belastung verbogen werden kann.

Es wird absichtlich keine Hohlwelle verbaut, dies aus zwei Gründen. Erstens kann eine 25er Welle aus dem Werkstoff 1.4301 mit sehr guten Konditionen der Firma YPSOMED abgekauft werden und zweitens können bei einer Vollwelle später ohne Bedenken noch Löcher gebohrt werden. Die nachträglich gebohrten Löcher werden die Sicherheit nämlich nicht beeinträchtigen.

Damit der geforderte Durchmesser ausgelegt werden kann, wird zuerst eine Skizze mit den Kräften und Dimensionen erstellt.



Jetzt kann das maximale Biegemoment berechnet werden.

$\sum F_x = 0$
 $\sum F_y = 0$
 $\sum M = 0$

$$F_B \cdot l_1 = F_1 \cdot l_2 + F_1 \cdot (l_2 + l_3)$$

$$F_B = \frac{1422,45 \text{ N} \cdot 0,1 \text{ m} + 1422,45 \cdot 0,6 \text{ m}}{0,7 \text{ m}}$$

$$F_B = \underline{\underline{1422,45 \text{ N}}}$$

$$F_A = \underline{\underline{1422,45 \text{ N}}}$$

M_{bmax}

$$M_{bmax} = F_1 \cdot l_2 = 1422,45 \text{ N} \cdot 0,1 \text{ m} = 142,245 \text{ Nm}$$

$$M_{bmax} = \underline{\underline{142245 \text{ Nmm}}}$$

Nun kann der erforderliche Durchmesser berechnet werden.

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{bmax}}{\pi \cdot \sigma_{zul}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 142245 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot \text{mm}^2}{\pi \cdot 250 \text{ N}}}} = \underline{\underline{17,962 \text{ mm}}}$$

Es zeigt sich, dass ein Durchmesser von 25mm ganz bestimmt ausreichen wird, dass die Welle auch noch der Torsionskraft, welche durch das um 360° drehbare Rad und den Handhebel entstehen, standhalten kann.

8.11.1 360° drehbare Räder

Bei den um 360° drehbaren Rädern (auch Rollen genannt) ist darauf zu achten, dass die Einbauhöhe nicht zu gross ist, damit der Schwerpunkt möglichst tief bleibt. Um die passende Rolle zu finden, wurde gleich bei Blickle angerufen. Zusammen mit dem Kundendienst wurde der Produktfinder ausgefüllt. Bei Produktfinder konnten folgende Kriterien für ein Rad eingefüllt werden: maximaler Durchmesser des Rades 80mm, maximales Traggewicht 220kg (zweifache Last), mit Aufspannplatte.

Die Wahl fiel auf LK-SE 80K. Das Rad hat einen Durchmesser von 80mm und ist 45mm breit. Die Einbauhöhe beträgt 110mm. Die Räder sind leider nicht für die geforderten Geschwindigkeiten entwickelt worden. Darum muss beim Einfahren des Drifters gut darauf geachtet werden! Falls die Räder nur minim beschädigt aussehen, muss auf Plan B umgebaut werden. Bei Plan B werden pro Radaufnahme zwei Scooter Räder montiert.

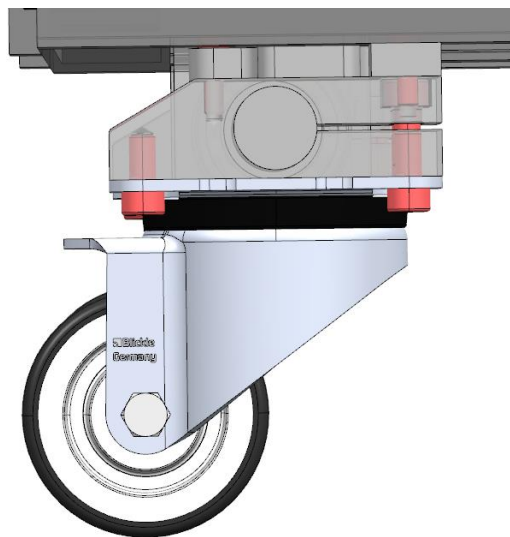


Abbildung 26 Rolle LK-SE 80K

8.12 Auslegung Sitz

Der Sitz des Drifters ist unter anderem für den Komfort verantwortlich. Er ist während der Fahrt für die stabile und sichere Haltung des Fahrers verantwortlich. Sitze, die ähnlichen Belastungen ausgesetzt sind, findet man vor allem beim Kartsport. Darum wurde der Sitz vorwiegend bei Karthändlern gesucht. Bei den Profikart-Seiten fanden sich meist Spezialanfertigungen aus Carbon. Diese sind viel zu teuer. Darum wurde nach billigeren Alternativen wie z.B. Kunststoffsitzen gesucht. Schnell wurde ein passender Sitz gefunden. Der ausgewählte Schalensitz ist im Rückenbereich und bei den Schraubenlöchern zusätzlich verstärkt, was die nötige Stabilität generiert. Damit der Sitz in meinem 3D Modell Platz hat, musste der Rahmen um 50mm verlängert werden. Leider ist nicht ersichtlich, wo die Schraubenlöcher genau sind. Um dies herauszufinden wurde der Anbieter noch angeschrieben. Leider führt der Händler keine weiteren Daten, als diese auf der Webseite.



Abbildung 27 Schalensitz

9 Konstruktion

Nach der Planung mit dem morphologischen Kasten und den ganzen Vorrecherchen und Auslegungen, geht es nun los mit der Konstruktion. Die gesamte Konstruktion wurde auf dem NX10 von Siemens konstruiert. Alle Einzelteile wurden nach der Skizze als 3D-Modell gezeichnet und für die Herstellung optimiert.



Abbildung 28 Komplette Baugruppe

Als Baugruppe zusammengefügt, werden Fehler leichter erkannt und müssen allenfalls noch ausgebessert werden. Wenn die gesamte Konstruktion als 3D-Modell fertig ist und die Funktion als bestätigt gilt, werden anschliessend alle Zeichnungen der Einzelteile und der Baugruppe erstellt. Auf den Zeichnungen werden alle nötigen Masse, welche für die Herstellung benötigt werden, angegeben und nötigenfalls mit dazu passender Toleranz versehen. Für die Herstellung und Montage wird jedoch auch eine Stückliste benötigt. Auf der Stückliste wird alles festgehalten was benötigt wird um das Endprodukt zu erreichen. In der Stückliste werden alle benötigten Normteile eingetragen und auch das Rohmaterial für die Herstellung der Einzelteile wird beschrieben.

9.1 Der Aufbau

Alles beginnt mit dem Motor, weil das Herzstück des Drifters zu Beginn konstruiert wird. Danach wird die Achse mit dem Rad, der Scheibenbremse sowie dem Kettenblatt konstruiert. Leider sandte der Lieferant Cenkoo die 3D Daten des Rades, der Scheibenbremse, und des Bremszylinder sowie des Bremssattels nicht. Darum wurden die Teile nach den Massen der Internetseite selbst konstruiert. Für den Bremssattel und den Bremszylinder wird ein ähnliches Modell von Grabcad heruntergeladen. Darum müssen nach dem Erhalt des Bremssattels und des Bremszylinders, deren Halterungen noch angepasst werden. Weiter wird die Kette vom Kettenblatt zum Ritzel konstruiert. In der zweiten Sitzung mit dem Diplomlehrer wurde festgestellt, dass der Kettenspanner vergessen ging. So musste im Nachhinein noch eine Verstrebung konstruiert werden, damit der Kettenspanner montiert werden konnte. Nachdem der Antrieb des Drifters konstruiert ist, geht es weiter mit dem

Antriebsrahmen. Dabei ist zu beachten, dass

die ganze Antriebsbaugruppe den Durchmesser von 300mm nicht überschreitet. Das ist wichtig, damit die Baugruppe später noch um 360° gedreht werden kann, ohne dass die Antriebsbaugruppe in Konflikt mit dem Rahmen kommt. Eine Etage über dem Motor wird der Controller konstruiert. Damit der Motor am Antriebsrahmen befestigt werden kann, wird zusätzlich zu den zwei Schrauben eine Motorabdeckung konstruiert. Diese dient zum einen als weitere Befestigung und zum anderen als Schutz vor Schmutz und herumfliegenden Steinchen. Als nächstes wird der Rahmen konstruiert. Dieser besteht

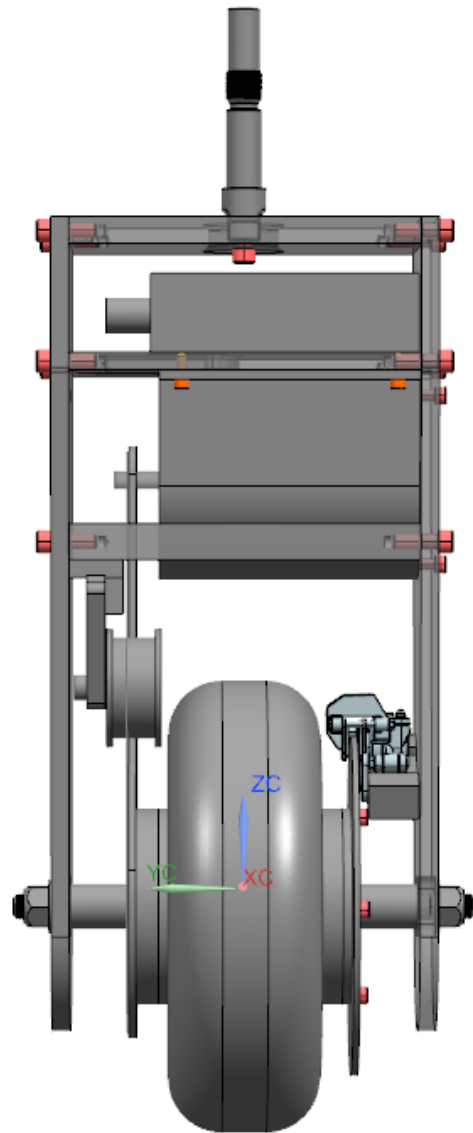


Abbildung 29 Antriebsbaugruppe



Abbildung 30 Prüfung der Dimension

hauptsächlich aus den 40x40x3 Vierkantrohren. Die Dimension des Rahmens wird hauptsächlich von der Antriebsbaugruppe, der Sitzschale und der hinteren Welle vorgegeben. Damit die Dimensionen besser geprüft werden können, wird ein Fahrer erstellt. Zudem wird die Sitzschale eingefügt. Die Sitzschale wird vorne mit zwei Stützen gestützt und hinten am Rahmen von der Rückenhalterung stabilisiert. Mit Hilfe des Modells kann schnell erkannt werden, ob der Drifter zu gross oder zu klein ausgelegt wurde. Wie erwartet sehen die

Dimensionen des Drifters gut aus. Damit erkannt werden kann, ob die Beine des Fahrers bis zu den Pedalen gelangen, werden die Pedale eingefügt. Zum Schluss werden die Abdeckungen und die Bodenplatte sowie der Akkumulator hinter dem Sitz konstruiert. Nun fehlen nur noch die komplette Hinterradwelle und die Stützräder. Damit

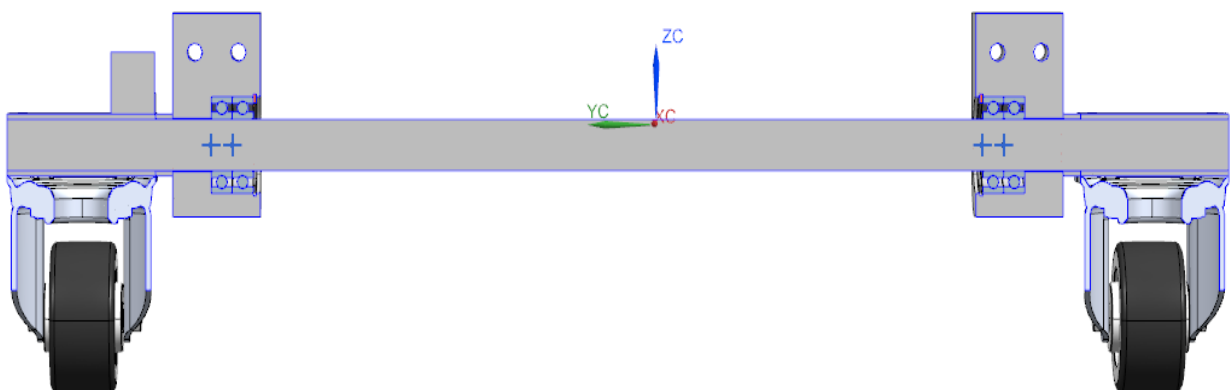


Abbildung 31 Hinterradwelle

die Hinterradwelle montiert werden kann, werden noch Lagerhalterungen konstruiert. Die zwei Lagerhalterungen werden nach der Konstruktion am Rahmen angeschraubt. Danach werden die Lager und die Sicherungsringe eingefügt. Weiter werden die

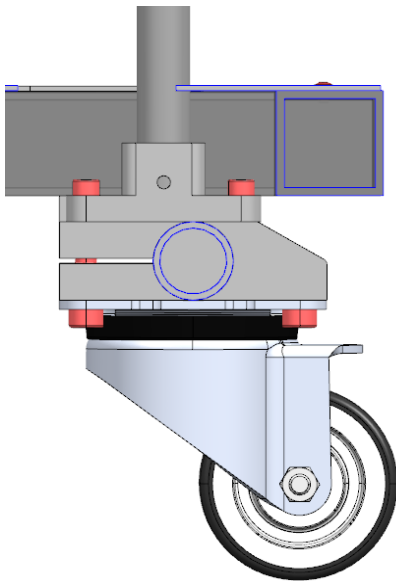


Abbildung 32 Driftmodus

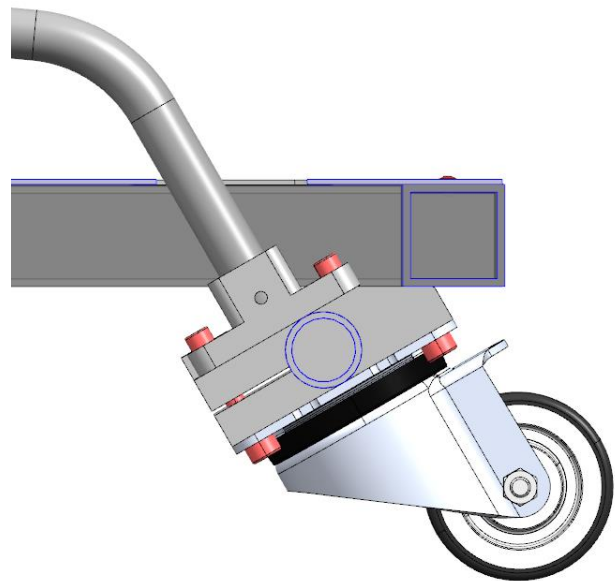


Abbildung 33 Normalfahrmodus

Radaufnahmen konstruiert. Die zwei hinteren Radaufnahmen dienen zusätzlich als Anschlag vom Handhebel. Der Handhebel kann um 30° bewegt werden. Damit der Handhebel montiert werden kann, wird noch eine Handhebelhalterung auf die Radhalterung konstruiert. Da jetzt die Radhalterungen konstruiert sind, können noch die um 360° drehbaren Räder eingefügt werden. Bei den Rädern ist zu beachten, dass die zwei vorderen Stützräder etwa 5mm vom Antriebsrad abgesetzt werden sollten, damit während der Fahrt das Antriebsrad ganz sicher Bodenkontakt hat. Um dies später einzustellen, wird bei der Antriebsachshalterung eine Nut gefräst. Die Antriebsbaugruppe und die Rahmenbaugruppe sind nun konstruiert. Jetzt müssen diese Baugruppen nur noch verbunden werden. Dies geschieht mit der Lenkwelle. Zuerst wird diese mit der obersten Platte der Antriebsbaugruppe verschraubt. Danach schlägt ein Anschlag der Welle auf das feste Flanschlager. Durch das Flanschlager wird die Welle geführt. Nach der Führung durch das Flanschlager wird sie mit einem Anschlagplättchen zusammengeschraubt. So wird die Welle in axialer Richtung festgehalten. Als nächstes wird das

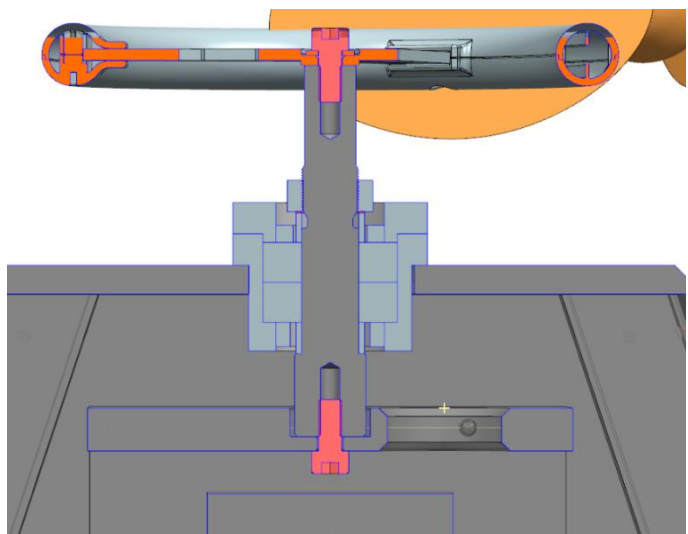


Abbildung 34 Steuereinheit

Steuerrad auf die Welle geschraubt. Zum Schluss werden noch alle benötigten Schrauben und Stifte eingefügt.

So fertig! Jetzt noch die Endkontrolle durchführen und nochmals genau prüfen, ob auch wirklich alles klappt und Sichergehen das nichts fehlt. Wenn soweit alles gut ist, werden noch zwei Anordnungen erstellt. In der ersten wird der Drifter im Normalfahrmodus abgebildet und in der zweiten in dem Driftmodus.

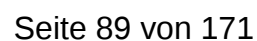


Abbildung 35 Driftmodus



Abbildung 36 Normalfahrmodus

Abbildung 37 Baugruppenzeichnung



9.2 Stückliste

Produkt: Drifter
Anzahl: 1
Konstrukteur: Marcel Nyffeler

Konstruktion								
Pos.	Stk./W	Gegenstand	Werkstoff	Unterordnung	3D Modelnummer	Bemerkung	Lieferant 1	Kosten CHF.-
1	1	BG_Rahmen		BG	1000126080			
2	1	Mensch		BG	1000125936			
3	1	BG_Antriebsrad		BG	1000124879			
4	1	BG_Drifter		BG	1000124877			
5	1	Motorhalterung_gedruckt	Kunststoff	Fertigungsteil	1000126057		3D Drucker Ypsomed	0
6	2	Selbstsichernde_mutter_M14x1_5		Normteile	1000125948		akf-shop	2
7	1	Akkumulator_12.5mAH_48V		Normteile	9000182194		Akkushop-24.de	342
8	4	LK-SE 80K		Normteile	1000125968		Blickle	295
9	24	Linsenschraube_M4x6		Normteile	1000126058	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	10
10	2	Zyl-Sti_h6_ISO-8734-4x18		Normteile	9000024170	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
11	1	U-Scheibe 8.4/17/1.6		Normteile	9000046487	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
12	6	Zyl-Schr_ISO-4762-M6X20		Normteile	9000022052	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
13	8	Zyl-Schr_ISO-4762-M8X16		Normteile	9000058865	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
14	4	6kt-Mu_ISO4032-M8		Normteile	9000024065	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
15	4	Schraube-innen-6-kt_M8x110		Normteile	1000111769	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
16	6	Zyl-Schr_ISO-4762-M8X18		Normteile	9000137965	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
17	6	Zyl-Schr_ISO-4762-M6X12		Normteile	9000120265	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
18	8	Zyl-Sti_h6_ISO-8734-5x20		Normteile	9000011534	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0

19	4	Zyl-Schr_ISO-4762-M5x14		Normteile	9000140192	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
20	10	Zyl-Schr_ISO-4762-M8X25		Normteile	9000024057	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
21	2	Zyl-Schr_ISO-4762-M6X25		Normteile	9000019910	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
22	2	M14_Unterlagsscheibe		Normteile	1000125949	Pauschalpreis für alle Normalien von Ypsomed	Brütsch Rüegger	0
23	1	Bremszylinder		Normteile	1000125554		Cenkoo	19.5
24	1	Bremsbaken		Normteile	1000125954		Cenkoo	19.5
25	1	Bremsscheibe_D190x3_5		Normteile	1000125950		Cenkoo	13.27
26	1	Cenko_10_Zoll_Komplettrad		Normteile	1000124878		Cenkoo	51.45
27	1	Key		Normteile	1000125941		Elektromoped	0
28	1	Key Body_1		Normteile	1000125940		Elektromoped	16.08
29	1	Schalter_Turbo_ECO_Betrieb		Normteile	1000126104		Elektromoped	26.69
30	1	Kettenrad_T8F_54_Zähne		Normteile	1000125951		Elektromoped	21.3
31	1	Kette		Normteile	1000125424		Elektromoped	38.48
32	1	Controller_1600W_48V		Normteile	9000181685		Elektromoped	96,37
33	1	Motor_1600W_www_elektromoped_at		Normteile	9000181683		Elektromoped	170.44
34	1	Key body		Normteile	1000125943		Elektromoped	0
35	2	Pedal		Normteile	1000125463		Elektromoped	85.44
36	1	Handhebel		Normteile	1000125373	D20x600mm	Fixmetall-shop	9
37	1	Sitz		Normteile	1000125937		keep-racing	38.59
38	1	Lenkrad		Normteile	1000125400		Kleiner-bewegt	39
39	2	Seitenblech	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125377	Per Telefon angefragt	Lasatec	20
40	1	Bodenblech	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125376	Per Telefon angefragt	Lasatec	20
41	1	Hinterblech	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125379	Per Telefon angefragt	Lasatec	20
42	1	Vorderblech	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125378	Per Telefon angefragt	Lasatec	20
43	1	Griff		Normteile	1000125375		lightinthebox.com	16,57
44	1	sle_festls_fk06-fk30_vn_0_64201520		Normteile	1000125550	Festlagereinheit	Mädler	144.15
45	2	Sitzhalterung vorne	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125938	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	120

46	2	Distanzhülse_Welle_hinten	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125371	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
47	2	Lageraufnahme	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125369	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
48	1	Halterung_Handhebel	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125374	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
49	1	Welle_hinten	1.4301	Fertigungsteil	1000125372	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
50	2	Anschlag_Radhalterung_Welle_hinten	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125413	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
51	1	Halterungsbremszylinder	Aluminium	Fertigungsteil	1000125964	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
52	2	Radhalterung	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125368	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
53	1	Welle_Steuerrad	1.4301	Fertigungsteil	1000125411	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
54	1	Rad_Aufnahme_Distanz_vorne_LINKS	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000126056	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
55	1	Steuersatzhalterung	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000126053	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
56	1	Rad_Aufnahme_Distanz_vorne_Rechts	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000126055	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
57	1	Rückenstütze	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125962	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
58	2	Distanzhülse_Achse	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125946	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0

59	2	Bremssattelhalterung	Aluminium	Fertigungsteil	1000125963	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
60	1	Achse_Antreibsrads	1.4301	Fertigungsteil	1000125945	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
61	1	Distanzscheibe_Scheibenbremse	Aluminium	Fertigungsteil	1000125955	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
62	2	Seitenhalterung_Antrieb	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125953	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
63	1	Verbindungsplatte_Antriebsrahmen_Lenk welle	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125952	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
64	1	Kettenspannerverstrebung	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000125947	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
65	1	Distanzring_Kettenblatt	Aluminium	Fertigungsteil	1000125423	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
66	2	Halterung_Antriebsrad	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000124880	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
67	1	Halteplatte_Motor_Controller	Rostfreier Stahl	Fertigungsteil	1000124881	Pauschalpreis für gesamtes Rohmaterial von Ypsomed	Rohmaterial aus Lager Ypsomed	0
68	4	Rillenkugellager6005		Normteile	1000125957	Ypsomed abgekauft	SKF	10
69	1	Rahmen_Drifter	1.4301	Fertigungsteil	1000126054	3x2m	edelstahl-express	139.36
70	2	Seegerring_sw-472047		Normteile	1000125961		Traceparts	1.25
71	1	Kettenspanner		Normteile	1000125445		Wish	10
72								
72							Kosten Total:	1702.5

Die Beschaffungskosten der Normteile und des Rohmaterials beträgt 1702.5 Franken. Somit liegt der Gesamtpreis knapp unter der Anforderung von 1750 Franken. Daten und Quellen befinden sich im Anhang .

9.3 Montage

Bei der Montage muss auf folgendes geachtet werden:

Da nicht von allen Lieferanten genügend Daten vorhanden sind, muss vor dem Montieren noch die Scheibensattelhalterung, die Bremszylinderhalterung sowie die Sitzhalterungen nachkonstruiert werden.

Die Freistellung vom Antriebsrad zu den zwei vorderen Stützrädern muss kontrolliert werden. Die Stützräder sollten etwa 5mm zurückstehen.

Die Bohrungen für die Abdeckbleche und das Bodenblech sowie für die Pedale, werden erst während der Montage gebohrt.

Für die Verkabelung des Motors ist im Anhang ein Verkabelungsplan, welcher von der Internetseite des Lieferanten ist abgebildet.

Damit die Kabel möglichst einfach verlegt werden können, werden die Kabellöcher erst bei der Montage gebohrt.

10 Kontrolle der Anforderungsliste

Für die Kontrolle der Anforderungsliste wurde die Anforderungsliste kopiert mit zwei Spalten ergänzt. In die eine neuen Spalte wird das Resultat eingetragen. In der anderen neuen Spalte wird notiert, ob die Anforderung erfüllt ist oder nicht.

Kontrollliste					
F=Forderung W=Wunsch	Projekt: Drifter		Bearbeiter: Marcel.N		E=Erfüllt N=Nicht Erfüllt U= Ungewiss
Anforderungen					
F / W	Nr.	Bezeichnung	Werte, Daten, Erläuterungen, Änderungen	Resultat	E / N /U
	0	Funktion:			
F		Drifter mit regulierbarem Antrieb (E-Motor), sowie den benötigten Komponenten zum Fahren (Bremsen, Lenkung, Sitz)			E
	1	Geometrie:			
F	1.1	Max. Länge	1.2m	1,062m	E
F	1.2	Max. Breite	0.8m	0,7m	E
F	1.3	Max. Höhe	0.7m	0.662m	E
	2	Kinematik:			
W	2.1	Max Geschwindigkeit	50Km/h	Ca. 50Km/h	E

F	2.2	Min Geschwindigkeit	20Km/h	Ca. 50Km/h	E
W	2.3	Motorleistung	max. 60V max.2000W	48V 1600W	E
W	2.4	Beschleunigung auf v_{max}	10s	16,64s	N
	3	Kräfte:			
F	3.1	Eigengewicht	Max. 100KG	65Kg	E
F	3.2	Masse Mensch	Max. 120KG	80Kg	E
F	3.3	Stabile Ausführung			E
	4	Energie:			
F	4.1	Angetrieben durch Motor	Elektrisch		E
F	4.2	Akkumulator	max. 60V	48V 12,5Ah	E
W	4.3	Leistung drosselbar		Schalter Turbo / ECO	E
	5	Informationen:			
W	5.1	Ständige Anzeige der Geschwindigkeit			N
W	5.2	Akkumulator Laufzeit			N
F	5.3	Das eine Dokumentation mitsamt 3D Model, Zeichnungen und Stückliste vorhanden ist			E
	6	Sicherheit			

F	6.1	Sichere und stabile Ausführung	Tiefer Schwerpunkt		E
F	6.2	Verletzungsgefahr gering halten	Abdeckungen		E
W	6.3	Keine scharfkantigen Teile			E
W	6.4	Sicher gegen Überhitzung			U
F	6.6	Konstruktionssicherheit	s>2		E
F	6.7	Bremse einbauen		Scheibenbremse von Cenkoo	E
	7	Ergonomie			
F	7.1	Schnelle und einfache Bedienung			E
W	7.2	Qualitativ gute Elemente			U
W	7.3	Kostengünstige Materialien			N
	8	Fertigung			
F	8.1	Einfache Bauteile			E
F	8.2	Prototyp	1 Stk.		E
F	8.3	Einfache Montage			E
F	8.4	Gebrauch von Normteilen			E
	9	Gebrauch			
F	9.1	Bedienung ohne Werkzeuge			E
F	9.2	Schnell einsetzbar			E

F	9.3	Langlebigkeit	5 Jahre		U
W	9.4	Ohne Bedienungsanleitung verwendbar			E
	10	Instandhaltung			
F	10.1	geringe Wartung			E
	11	Kosten			
F	11.1	Materialkosten möglichst gering halten	Max. 1750Fr.	1702.5Fr.	E
	12	Einsatzgebiet			
F	12.1	Asphalt Boden			E

Es wurden alle Forderungen bis auf die der Lebensdauer von 5 Jahren eingehalten. Dieses Resultat ist noch ungewiss und kann erst nach 5 Jahren bewertet werden. Ein paar zusätzliche Wünsche konnten erfüllt werden dafür wurden andere leider nicht erfüllt.

11 Lessons learned

In diesem Abschnitt werden Punkte die gut waren und solche bei denen noch Verbesserungspotential dahintersteckt erläutert.

Verbesserungspunkte:

Das schwierigste war, die passenden Komponenten und Lieferanten zu finden. Beim Suchen der passenden Lieferanten verlor ich am meisten Zeit. Oft antworteten die Lieferanten gar nicht oder beantworteten nicht alle Fragen. Zudem ist es sehr schwer an 3D Modelle und Zeichnungen der Einkaufsteile zu gelangen. Am Anfang der Arbeit dachte ich nicht, dass das so mühsam sein würde. Jetzt habe ich Teile verbaut, von welchen ich noch nicht alle Masse habe. Das heisst, dass die Einzelteile noch nicht alle fertig vorbearbeitet werden können. Bei der nächsten Arbeit muss mit mehr Zeit für die Suche und Abklärungen mit den Lieferanten gerechnet werden.

Die Konstruktion und die Berechnungen des Drifters erfolgten trotz der eher knappen Zeit sehr akkurat. Die Berechnungen erforderten ein Wiederaufarbeiten des Erlernten aus dem Unterricht. Diese Repetition war sehr lehrreich. Die richtigen Werte zu finden bereitete mir allgemein Schwierigkeiten. Dies erforderte ein eifriges Blättern im Fachbuch.

Bei den um 360° drehbaren Rädern sind am Schluss noch Zweifel aufgetaucht. Leider reicht mir die Zeit nicht mehr um dort eine bessere Lösung zu finden. Eine Idee wäre passende Räder von E-Scooter zu suchen oder selber eine passende Baugruppe zu konstruieren.

Gute Punkte:

Zum Glück speicherte ich die Arbeit im One Drive ab. Denn nach etwa einer Arbeitswoche ging bei meinem Laptop die Festplatte kaputt. Alle Daten auf meinem Rechner wurden gelöscht. Dank One Drive gingen die Daten meiner Projektarbeit aber nicht verloren und ich konnte mit einem Ersatzgerät weiterarbeiten.

Die Arbeit machte Spass und war sehr lehrreich. Mit dem Endergebnis bin ich durchaus zufrieden. Die Konstruktion verlief reibungslos und ohne Probleme.

12 Fazit / Ausblick

Der Weg zum Ziel war lang, aber das Resultat kann sich sehen lassen. Für einen Preis von 1700 Franken, können alle Teile besorgt werden. Das Eigengewicht des Drifters und die maximale Belastbarkeit konnten wie gefordert umgesetzt werden. Die Erstellung der Einzelteilzeichnungen sowie der Zusammenstellungen ist abgeschlossen. Aus der Zusammenstellung wurde die Stückliste erstellt.

Die Konstruktion des Drifters ist, so weit es möglich war, abgeschlossen. Da von gewissen Lieferanten die Zeichnungen sowie die 3D Modelle einiger Komponenten fehlen, müssen einige meiner Zeichnungen nach Erhalt der Komponenten nochmals überarbeitet und kontrolliert werden.

Es wurden ca. 180 Arbeitsstunden in die Diplomarbeit investiert. Die Beschaffung der Teile und die Herstellung des Drifters wird noch einmal ca. 100 Stunden Arbeit in Anspruch nehmen.

Nach einer hoffentlich erfolgreichen Fertigung und Montage steht die Testfahrt auf dem Terminplan. Es ist möglich, dass noch Anpassungen vorgenommen werden müssen.

Dies wird jedoch nicht erwartet.

In diesem Sinne: Auf erfolgreiche Drift-Erlebnisse!

13 Schlusswort

Diese Diplomarbeit war abwechslungsreich und schneidet viele Themengebiete an, was sehr lehrreich war. Auch wenn die Daten der Einkaufsteile noch nicht alle komplett vorhanden sind, gibt es sicherlich nur noch kleine Anpassungen, damit der Drifter fertig gebaut werden kann.

Für die Unterstützung und das entgegengebrachte Vertrauen, sowie für die Handlungsfreiheit möchte ich mich bei folgender Personen bedanken:

Gerhard Schriber

Diplomlehrer Teko Bern

14 Selbständigkeitserklärung

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe.
Alle fremden Quellen sind entsprechend bezeichnet und im Quellenverzeichnis
aufgeführt.

Ort: Burgdorf

Datum: 01.11.2020

Unterschrift:

Marcel Nyffeler



15 Anhang

15.1 Themeneingabe

AW: TEKO: Diplomarbeit



Marcel Nyffeler

An  Gerhard Schriber

 Flag for follow up.

Guten Tag Gerhard

Ich entschuldige mich für meine späte Antwort! Ich war leider abwesend und konnte Dir nicht früher Antworten.

Ergänzte Erfolgskriterien:

W= Wunsch / F= Forderung

Die Arbeit ist erfolgreich wenn:

- Ein Gesamtkonzept erarbeitet ist. (F)
- Die Entwurfszeichnungen und Skizzen vorhanden sind. (F)
- Der Drifter fertig konstruiert und Bestellbereit ist. (F)
- Gefertigt und montiert ist. (W)
- Alles Dokumentiert ist. (F)
- Eine Zusammenstellungszeichnungen, inkl. Stückliste und Einkaufsliste erstellt sind. (F)
- Die Detailzeichnungen von den zu bearbeitenden Komponenten vorhanden sind. (F)
- Max Eigengewicht von 120Kg nicht überschreitet wird (F)
- Das Eigengewicht ca. 80Kg beträgt. (W)
- Ständige Anzeige der Geschwindigkeit und der Akkumulator Laufzeit. (W)
- Max kosten für Materialbeschaffung 1750FR.- nicht überschreitet. (F)
- Die Materialkosten ca. 1000Fr.- betragen (W)
- Der Drifter mit 120Kg belastbar ist. (F)
- Die nötigen Sicherheitsvorkehrungen für eine sichere Fahrt gewährleistet ist. (Sicherheitsfaktor 2) (F)
- Eine Bremse eingebaut ist. (F)
- Der Drifter schnell und einfach bedienbar ist. (F)
- Die Berechnungen zur Auslegung vom Motor, der Kraftübertragung (Kette /Riemen), des Fahrgestells (Auslegung Profil), der Lager und des Akkus vorhanden sind. (F)
- Weitere noch nicht aufgeschriebene Berechnungen vorhanden sind. (W)

Ich hoffe diese Angaben erfüllen Ihre Anforderungen. Wenn Sie noch weitere Fragen haben stehe ich Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Marcel Nyffeler

15.2 Projektskizze

Auftrag	Diplomarbeit Drifter
Projektleiter	Marcel Nyffeler
Diplomlehrer	Gerhard Schriber
Experte	Admir Softic
Start / Ende	Die Diplomarbeit startet am 18.09.20 und endet am 02.11.20 17:00. Die Präsentation ist am 13 oder 14.11.20

Inhalt des Projektes

Zielformulierung	Mit der Diplomarbeit «Drifter» wird ein funktionsfähigen Drifter für den Freizeitgebrauch entwickelt.
Vorgaben	150 bis 250 Arbeitsstunden.
Inhaltsthemen	Definition des Drifter sowie die nötigen Berechnungen. Die Berechnung umfasst den Motor sowie die Übersetzung auf die Antriebswelle, welche das vom Motor erzeugte Moment auf das Rad überträgt, Auslegung des Fahrgestells, sowie der Lager und des Akkumulators. Ebenso soll ein 3D Modell erstellt werden. Wie auch die Teilzeichnungen von den zu bearbeitenden Teilen. Eine Übersicht von den Einzelteilen und von dem Finanziellen Aufwand ist ebenso Bestandteil der Arbeit. Es handelt sich um einen Prototyp und darf die Materialkosten von 1750Fr.- nicht überschreiten.
Themen welche nicht behandelt werden:	Die Fertigung und Montage gehören nicht zum Auftrag. Sowie die Planung der Serienproduktion und das Marketing. Die Konformitätserklärung, Benutzerinformationen und Kennzeichnung gehören auch nicht zur Arbeit.

Dokumentation

Umfang	Die Dokumentation enthält einen Hauptteil. Dieser reicht von der Ideensammlung bis zum fertig konstruierten Drifter. Als Anhang sind diverse Dokumente vorgesehen.
Formatierung	Die Darstellung und Formatierung erfolgen einheitlich gemäss den Richtlinien.
Abgabe	02.11.20

15.3 Rollwiderstandskoeffizient c_r

c_r	Wälzkörper/Wälzkörperbahn
0,0005–0,001	Kugellager, Kugel und Lager aus gehärtetem Stahl ⁴
0,001–0,002	Eisenbahnrad auf Schiene ¹
0,015–0,02	Motorradreifen auf Asphalt
0,006–0,010	Autoreifen auf Asphalt, Lkw
0,011–0,015	Autoreifen auf Asphalt, Pkw
0,01–0,02	Autoreifen auf Beton ²
0,02	Autoreifen auf Schotter
0,015–0,03	Autoreifen auf Kopfsteinpflaster ²
0,03–0,06	Autoreifen auf Schlaglochstrecke ²
0,045	Gleiskette (Kettenlaufwerk, Panzer Leopard 2) auf fester Fahrbahn
0,050	Autoreifen auf Erdweg
0,04–0,08	Autoreifen auf festgefahrenem Sand ²
0,035–0,08	Gurtband (Raupefahrwerk, Caterpillar Challenger und John Deere 8000T) auf Asphalt
0,2–0,4	Autoreifen auf losem Sand ^{2,3}

<https://de.wikipedia.org/wiki/Rollwiderstand>

15.4 Strömungswiderstandskoeffizient c_w

c_w	Form
2,3	Halbrohr lang, konkave Seite
2,0	lange Rechteckplatte
1,33	Halbkugelschale, konkave Seite, Fallschirm
1,2	Halbrohr lang, konvexe Seite
1,2	langer Zylinder, Draht ($Re < 1,9 \cdot 10^5$)
1,11	runde Scheibe, quadratische Platte
0,78	Mensch, stehend ^[5]
0,6	Gleitschirm (Bezugsfläche Strömungsquerschnittsfläche !)
0,53...0,69	Fahrrad (Mountainbike, gestreckt/aufrecht) ^[6]
0,45	Kugel ($Re < 1,7 \cdot 10^5$)
0,4	Fahrrad (Rennrad) ^[6]
0,35	langer Zylinder, Draht ($Re > 6,7 \cdot 10^5$)
0,34	Halbkugelschale, Konvexe Seite
0,29	Lotus Europa (1966), Melkus RS 1000 (1969) ^[20] , Audi 80 B3 (1986), Opel Vectra A (1988), Lexus LS 400 (1989), BMW 1er (2004), VW Passat B7 (2010), Porsche 911 Carrera (2011), VW Golf VII (2012) ^[21] (<i>Bluemotion</i> -Version 0,27.) ^[22] , Mercedes-Benz GLA (X156, 2014), BMW X1 (2015) ^[23] , Opel Astra K (2015) ^[24] , BMW X3 (2017) ^[25] , Škoda Scala (2019) ^[26]
0,09...0,18	Kugel ($Re > 4,1 \cdot 10^5$)
0,08	Flugzeug (Bezugsfläche Tragfläche)
0,04	Stromlinienkörper „Tropfenform“
0,03	Pinguin
0,02	optimierte Spindelform

<https://de.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mungswiderstandskoeffizient>

15.5 Gesamtwirkungsgrad

Maschine, Prozess	Eingesetzte Energie	Nutzenergie	Wirkungsgrad [%]
Maschinen und Geräte			
Brennstoffzelle	chemisch	elektrisch	20–60
Dampfmaschine	chemisch	mechanisch	3–44
Stirlingmotor	thermisch	mechanisch	10–66
Verpuffungsstrahltriebwerk	chemisch	mechanisch	?
Ottomotor (1000 PS im Bestpunkt)	chemisch	mechanisch	35–40
Dieselmotor (10.000 PS mit Turbo und Ladeluftkühlung)	chemisch	mechanisch	50
Zweitakt-Schiffsdiesel (100.000 PS Auslass ventilgesteuert, mit Turbo und Ladeluftkühlung)	chemisch	mechanisch	55
Elektromotor im Bestpunkt	elektrisch	mechanisch	94–99,5 (> 90)
Fahrrad	mechanisch	mechanisch	90 (min.)
Fahrraddynamo ^[Anm. 4]	mechanisch	elektrisch	20–65
Gasverdichter / Gasturbine ^[Anm. 5]	mechanisch	mechanisch	90 (ca.)
Generator ^[Anm. 6]	mechanisch	elektrisch	95–99,3
Glühlampe (keine Halogenlampe) ^[Anm. 1]	elektrisch	elektromagn. (sichtb. Licht)	3–5
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung ^[Anm. 7]	elektrisch	elektrisch	95
Lautsprecher ^[Anm. 8]	elektrisch	akustisch	0,1–40, typ. 0,3 für Hifi
Zahnradpumpe	mechanisch	mechanisch	90 (m

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wirkungsgrad>

15.6 Gleitreibungszahlen

Paarung	trocken	nass, sauber	nass, geschmiert	vereist
Luftreifen auf Ackerboden	0,45		0,2	<0,2
Luftreifen auf Erdweg	0,45		0,2	<0,2
Luftreifen auf Holzpflaster	0,55	0,3	0,2	<0,2
Luftreifen auf Kleinpflaster	0,55	0,3	0,2	<0,2
Luftreifen auf Kopfsteinpflaster	0,6	0,4	0,3	<0,2
Luftreifen auf Schotter, gewalzt	0,7	0,5	0,4	<0,2
Luftreifen auf Schotter, gewalzt, asphaltiert	0,6	0,4	0,3	<0,2
Greiferräder auf Ackerboden	0,5			
Kettenfahrzeuge auf Ackerboden	0,8			

<https://de.wikipedia.org/wiki/Reibungskoeffizient>

15.7 E-Mail Statusbericht 03.10.20

Re: TEKO: Diplomarbeit, Stand der Arbeit.



Gerhard Schriber <g.schriber@bluewin.ch>
An Marcel Nyffeler

Antworten

Allen antworten

Weiterleiten



So. 04.10.2020 15:51

Wenn Probleme mit der Darstellungsweise dieser Nachricht bestehen, klicken Sie hier, um sie im Webbrowser anzuzeigen.

Lieber Marcel

Danke für den Status-Bericht.

Wenn du dich für einen Radnabenmotor entscheidest, gibt es Änderungen im ursprünglichen Pflichtenheft. Dies stört mich nicht, wenn es gut begründet wird (Vorteile des Radnabenmotors). Du darfst also ruhig ein grösseres Antriebsrad wählen, wenn es dem Gesamtkonzept weiter hilft.

Gruss und gutes Vorwärtkommen

Gerhard

Am 04.10.2020 um 12:49 schrieb Marcel Nyffeler:

Guten Tag Gerhard

Wie bei der ersten Sitzung besprochen sende ich dir den Stand der Dinge.

Hier das Sitzungsprotokoll:

Sitzungsprotokoll 1

Erste Sitzung von der Diplomarbeit «Drifter» vom 24.09.20

Anwesende: Marcel Nyffeler
Gerhard Schriber

Protokollführer: Marcel Nyffeler

Traktanden:

1. Präsentieren der geleisteten Arbeit
2. Aufgetauchte Fragen
3. Anmerkungen vom Diplomelehrer
4. Vereinbarung nächstes Gespräch

Traktandum	Verantwortlich	Datum
1. Präsentieren der geleisteten Arbeit	Marcel Nyffeler	24.09.20
2. Aufgetauchte Fragen		
- Vorgaben zur Formatierung? Keine Vorgaben. Kann selbst gewählt werden. - Was ist genau gemeint mit Qualifikationsprofil? z.B Spezielle Fähigkeiten Dass im Lebenslauf reicht aus. - Umfang der Onlinepublikation? Mir wird noch eine Vorlage gesendet, in der ich sehe, was genau verlangt wird.	Marcel Nyffeler	24.09.20

Auswahl Elektromotor, falls ein Radnabenmotor gewählt wird, gibt es einen Konflikt mit der Themeneingabe. (Berechnung Kette fehlt aus). Kann in diesem Fall Themeneingabe noch geändert werden? Wenn aufgrund Berechnungen oder der Lösungsfindung ein Konflikt mit der Themeneingabe gibt. Kann diese auch noch geändert werden, muss jedoch vermerkt werden wieso und weshalb.		
3. Anmerkungen vom Diplomlehrer - Sicherheitsvorschriften seitens SUVA - Sprachkenntnisse im Lebenslauf - Erklärung Definition driften, sowie ab welcher Geschwindigkeit mein Gefährt driftet.	Marcel Nyffeler	24.09.20
4. Vereinbarung nächstes Gespräch 03.10.20 E-Mail Status Bericht 16.10.20 17:00 Teko Bern 13.11.20 Präsentation	Marcel Nyffeler	24.09.20

Die Verbesserungsvorschläge, welche Du mir bei der letzten Sitzung vorgeschlagen hast, wurden alle in die Arbeit mit einbezogen.

Momentan bin ich am Anfang der Konstruktion und auf der Suche nach einem geeigneten Motor. Doch die Suche nach einem geeigneten Motor ist schwieriger als erwartet. Denn ich habe mich bei der Auswertung vom Morphologischen Kasten auf einen Radnabenmotor mit 1500W und 48V entschieden. Die Recherche im Internet hat gezeigt, dass solche Motoren hauptsächlich für E-Scooter und E-Bikes verwendet werden. Da ich die Größe des Antriebsrades etwa 11 Zoll vorgegeben habe, sind die E-Bike Motoren schon alle zu groß. So bleiben noch die E-Scooter Motoren. Doch dort habe ich bemerkt, dass die in der Schweiz oder Umgebung verkauften Radnabenmotoren schlichtweg zu wenig Leistung haben. Meist zwischen 350 und 1000W. Dies ist so, weil im Schweizer Verkehr die max Leistung von 500W und 20km/h (mithilfe Beinantrieb 25km/h) nicht überschritten werden darf. Siehe unten im Bild die Vorgaben für E-Scooter (Quelle TCS).

Elektro-Trottinett

- Max. Motorgeschwindigkeit: 20 km / h
- Leistung Motor: Max 0.5 kW
- Typengenehmigung: Nicht erforderlich
- Kontrollschild: Nicht erforderlich
- Mindestalter: 14 Jahre
- Führerausweis: 14-16 J. = Kat. M / + 16 J. = Keinen
- Helm: Nicht erforderlich, empfohlen
- Velostreifen: Obligatorisch (falls vorhanden)
- Auf Strasse zugelassen (öffentlich): Ja
- Auf Fussweg zugelassen: Nein
- Gleiche Regeln wie Velo: Ja
- Kategorie: Leicht-Motorfahrrad



Die momentan einzigen Motoren, welche den Anforderungen passen, sind solche von Billiganbietern aus China welche ich auf Aliexpress, Banggood oder Alibaba gefunden haben. Doch diese werden oft mit langen Lieferzeiten und eher mangelhafter Qualität in Verbindung gesetzt. Zudem fehlen oft die Datenblätter und 3D Daten auf den Internetseiten. Darum habe ich ein Paar dieser Anbieter noch für die Datenblätter und 3D Daten angeschrieben.



Zudem habe ich noch ein paar E-Scooter Verkäufer in der Schweiz angefragt und hoffe, dass diese mir weiterhelfen können.

Mein weiteres Vorgehen:

Ich warte noch etwa 1 Woche ab. Wenn ich bis dann keine Antworten mit 3D Daten und Datenblätter von den Billiganbietern bekommen habe und ich auch sonst keinen passenden Radnabenmotor gefunden habe, wechsle ich auf die zweite Option mit dem Bürstenloser DC Motor. Ich gehe aber davon aus, dass ich noch einen passenden Radnabenmotor finde und fahre mit der Konstruktion weiter.

Wenn du noch Fragen hast kannst du mir jederzeit schreiben oder mich anrufen.

Freundliche Grüsse

Marcel Nyffeler

15.8 Berechnung Klemmkraft

https://schweizer-fn.de/berechnung/maschelm/klemmverbindung/klemmv_start.php

Berechnung einer Klemmverbindung

Bei der Berechnung der Klemmverbindung können folgende Berechnungsarten ausgewählt werden:
Gegeben: Drehmoment - Berechnung: Schraubendurchmesser, Schraubenvorspannkraft, übertragbares Drehmoment mit der berechneten Vorspannkraft
oder
Gegeben: Schraubendurchmesser - Berechnung: übertragbares Drehmoment

Ausführungsart:

- ☐ Geteilte Klemmverbindung
☒ Geschlitzte Klemmverbindung



Pressungsverteilung ⁽¹⁾:

- ☐ gleichmäßige radiale Pressung
☐ cosinusförmige Pressung - geteilte Ausführung
☒ linienförmige Pressung - geschlitzte Ausführung



Berechnung:

- ☒ Übertragbares Drehmoment
bei gegebener Schraubengröße
☐ Schraubengröße
bei gegebenem Drehmoment



Fugendurchmesser - dF - (mm)

25

Reibwert in der Trennfuge - μF - (-)

0.15

Abstand Schlitz bis Fugenmitte L1 - (mm)

12.5

Abstand Schlitz bis Schraubenmitte - L2 - (mm)

40

Festigkeitsklasse Schraube

12.9

Ausnutzung der Streckgrenze - x - (-)

0.9

Schraubenanzahl - n - (-)

2

Gewindedurchmesser

M8

Reibwert Gewinde und Kopfauflege - μG - (-)

0.12

Haftsicherheit - SH - (-)

1.5

Ergebnisse:

Nabe:

Übertragbares Drehmoment - Mt - (Nm)	453.8
Schrauben Vorspannkraft - Fv - (N)	28360.9
Schrauben Anziehdrehmoment - Ma - (Nm)	37.1

⁽¹⁾ Die Pressungsverteilung ist abhängig von der Nabenkonstruktion und der Passung der beiden Fügeteile.
gleichmäßige Pressung = Übermaßpassung
cosinusförmige Pressung = Übergangspassung
linienförmige Pressung = Spielpassung

$F = 2,844 \text{ kN}$ (Berechnung Rahmen)
 $l = 0,1 \text{ m}$ (Annahme)
 $M_t = F \cdot l = 2844 \text{ N} \cdot 0,1 = \underline{\underline{284,4 \text{ Nm}}}$
 $284,4 \text{ Nm} < 453,8 \text{ Nm} \checkmark$

15.9 Auslegung Antriebswelle

Aus den berechneten Kräften lässt sich ein Vergleichsmoment bestimmen. Mithilfe des Vergleichsmomentes lässt sich der erforderliche Durchmesser ermitteln. Dieser dient als Anhaltspunkt um einen passenden Durchmesser zu wählen. Anschliessend muss der gewählte Durchmesser überprüft werden.

$$T_{\max} = K_A \cdot T_{\text{enn}} = 9550 \cdot \frac{K_A \cdot P}{n} = 9550 \cdot \frac{1,35 \cdot 1,6 \text{ kW}}{4600 \text{ min}^{-1}} = \underline{\underline{4,484 \text{ Nm}}}$$

$K_A = 1,35$ (Tb 3-5)

Sicherheitsfaktor 2

$$T_{\text{max}} = T \cdot 2 = 4,484 \text{ Nm} \cdot 2 = 8,968 \text{ Nm} = \underline{\underline{8968 \text{ Nmm}}}$$

$$M_{\text{bmax}} = M_{\text{benn}} \cdot 2 = 28,189 \text{ Nm} \cdot 2 = 56,378 \text{ Nm} = \underline{\underline{56378 \text{ Nmm}}}$$

$$M_V = \sqrt{(M_{\text{bmax}})^2 + 0,75 \left(\frac{\sigma_{\text{bzul}}}{\rho \cdot T_{\text{zul}}} \cdot T_{\text{max}} \right)^2}$$

$$M_V = \sqrt{(56378 \text{ Nmm})^2 + 0,75 \left(\frac{250 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}^2 \cdot 1,73 \cdot 150 \text{ N}} \cdot 8968 \text{ Nmm} \right)^2} = \underline{\underline{56872,331 \text{ Nmm}}}$$

$\sigma_{\text{bzul}} = 250$ (Tb 1-1 → Werkstoff 1,4301)

$T_{\text{zul}} = 150$ (Tb 1-1 → Werkstoff 1,4301)

$\rho = 1,73$ (Anstrengungsverhältniss siehe Formelsammlung S.123)

$$d_{\text{erf}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_V}{\pi \cdot \sigma_{\text{bzul}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 56872,331 \text{ Nmm} \cdot \text{mm}^2}{\pi \cdot 250 \text{ N}}} = \underline{\underline{13,232 \text{ mm}}}$$

$d_{\text{erf}} = 13,232 \text{ mm} \rightarrow \text{gewählt } \underline{\underline{15 \text{ mm}}}$

Statischer Sicherheitsnachweis SF.

$$S_F = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{bmax}}{\sigma_{bF}}\right)^2 + \left(\frac{T_{+max}}{T_{+F}}\right)^2}} \geq S_{Fmin}$$

$$S_F = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{170,151 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}^2 \cdot 228 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{13,532 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}^2 \cdot 131,635 \text{ N}}\right)^2}} = 1,327 \geq 1,3 \quad \checkmark$$

$$\sigma_{bmax} = \frac{M_b}{W} = \frac{M_b \cdot 32}{\pi \cdot d^3} = \frac{56378 \text{ Nmm} \cdot 32}{\pi \cdot (15 \text{ mm})^3} = 170,151 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{+max} = \frac{M_+}{W_+} = \frac{M_+ \cdot 16}{\pi \cdot d^3} = \frac{8968 \text{ Nmm} \cdot 16}{\pi \cdot (15 \text{ mm})^3} = 13,532 \text{ N/mm}^2$$

$$M_+ = T_{max} = 8968 \text{ Nmm} \quad (\text{Mit Sicherheitsfaktor 2})$$

$$\sigma_{bF} = 1,2 \cdot R_{p0,2H} \cdot K_+ = 1,2 \cdot 190 \text{ N/mm}^2 \cdot 1 = 228 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{p0,2H} = 190 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{TB 1-1})$$

$$K_+ = 1 \quad (\text{TB 3-11a})$$

$$T_{+F} = \frac{1,2 \cdot R_{p0,2H} \cdot K_+}{\sqrt{3}} = \frac{1,2 \cdot 190 \text{ N} \cdot 1}{\text{mm}^2 \cdot \sqrt{3}} = 131,635 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{Fmin} = 1,3 \quad (\text{TB 3-14b})$$

Dynamische Sicherheitsnachweis S_D .

$$S_D = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{bu}}{\sigma_{bGW}}\right)^2 + \left(\frac{T_{tu}}{T_{tGW}}\right)^2}} \geq S_{perf}$$

$$\sigma_{bu} = \frac{M_{bmax}}{W_b} = \frac{170,151 \text{ N/mm}^2}{1}$$

$$\sigma_{bGW} = \frac{\sigma_{bWN} \cdot K_t}{K_{DB}} = \frac{250 \text{ N} \cdot 1}{\text{mm}^2 \cdot 1,094} = 228,456 \text{ N/mm}^2$$

$$K_{DB} = \left(\frac{B_{kt}}{k_g} + \frac{1}{k_{or}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_v} = \left(\frac{1}{0,95} + \frac{1}{0,96} - 1 \right) \cdot \frac{1}{1} = 1,094$$

$$B_{kt} = \frac{\alpha_{kb}}{n_b} = \frac{1}{1} = 1$$

$$\alpha_{kb} = 1 \text{ (TB 3-6} \rightarrow \text{keine Querbohrung)}$$

$$n_b = 1 \text{ (TB 3-7)}$$

$$k_g = 0,95 \text{ (TB 3-11c)}$$

$$k_{or} = 0,96 \text{ (TB 3-10} \rightarrow R_m = 500 \text{ N/mm}^2 \text{ und } R_z 3,2)$$

$$K_v = 1 \text{ (TB 3-12} \rightarrow \text{kein Verfahren)}$$

$$T_{tu} = \frac{T_{tmax}}{W_t} = 13,532 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{tGW} = \frac{T_{tWN} \cdot K_t}{K_{DT}} = \frac{150 \text{ N} \cdot 1}{1,076 \cdot \text{mm}^2} = 139,405$$

$$K_{DT} = \left(\frac{B_{kt}}{k_g} + \frac{1}{k_{ot}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_v} = \left(\frac{1}{0,95} + \frac{1}{0,977} - 1 \right) \cdot \frac{1}{1} = 1,076$$

$$B_{kt} = 1$$

$$k_g = 0,95$$

$$k_{ot} = 0,575 \cdot k_{or} + 0,425 = 0,575 \cdot 0,96 + 0,425 = 0,977 \text{ (TB 3-10)}$$

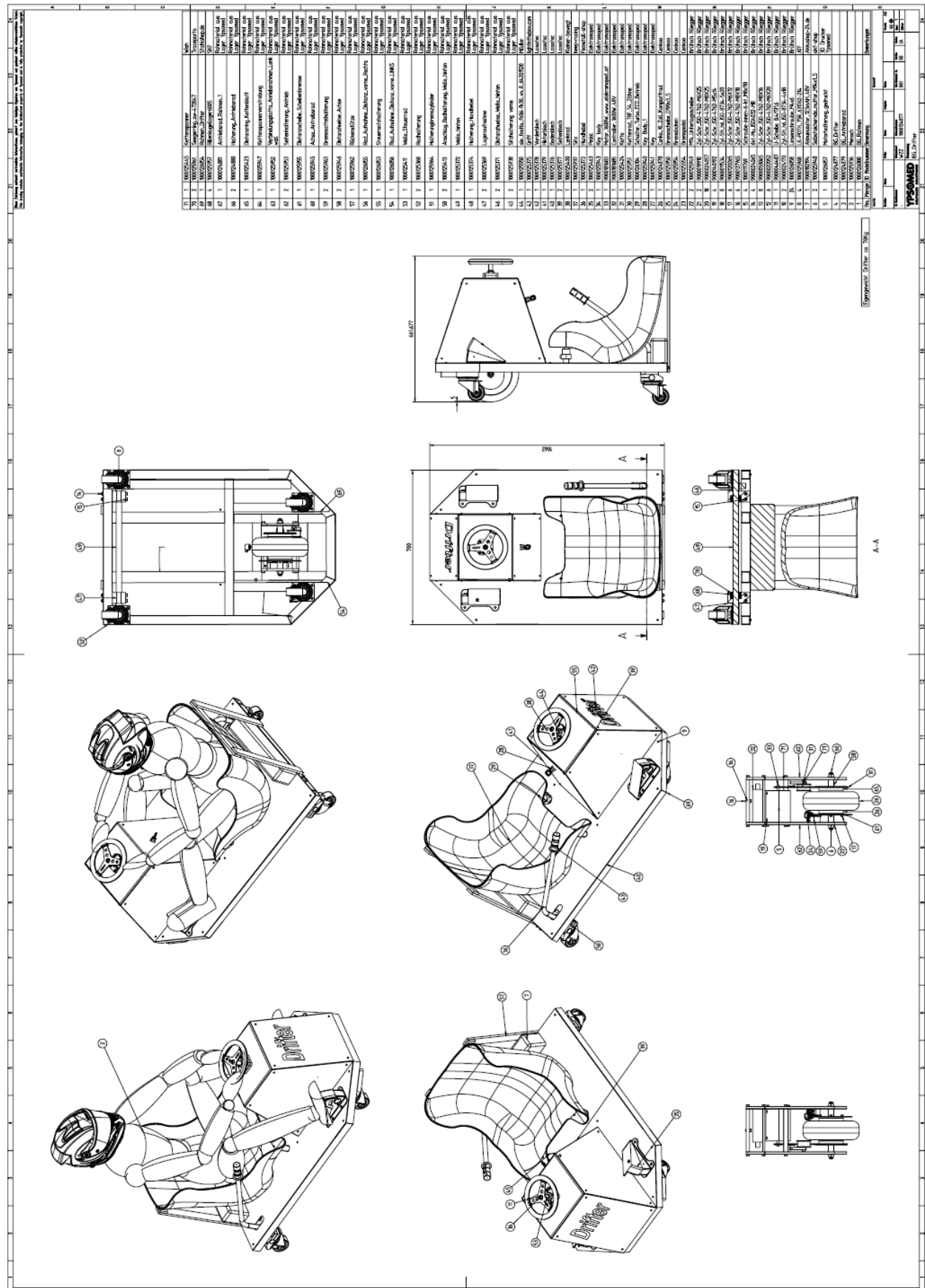
$$K_v = 1$$

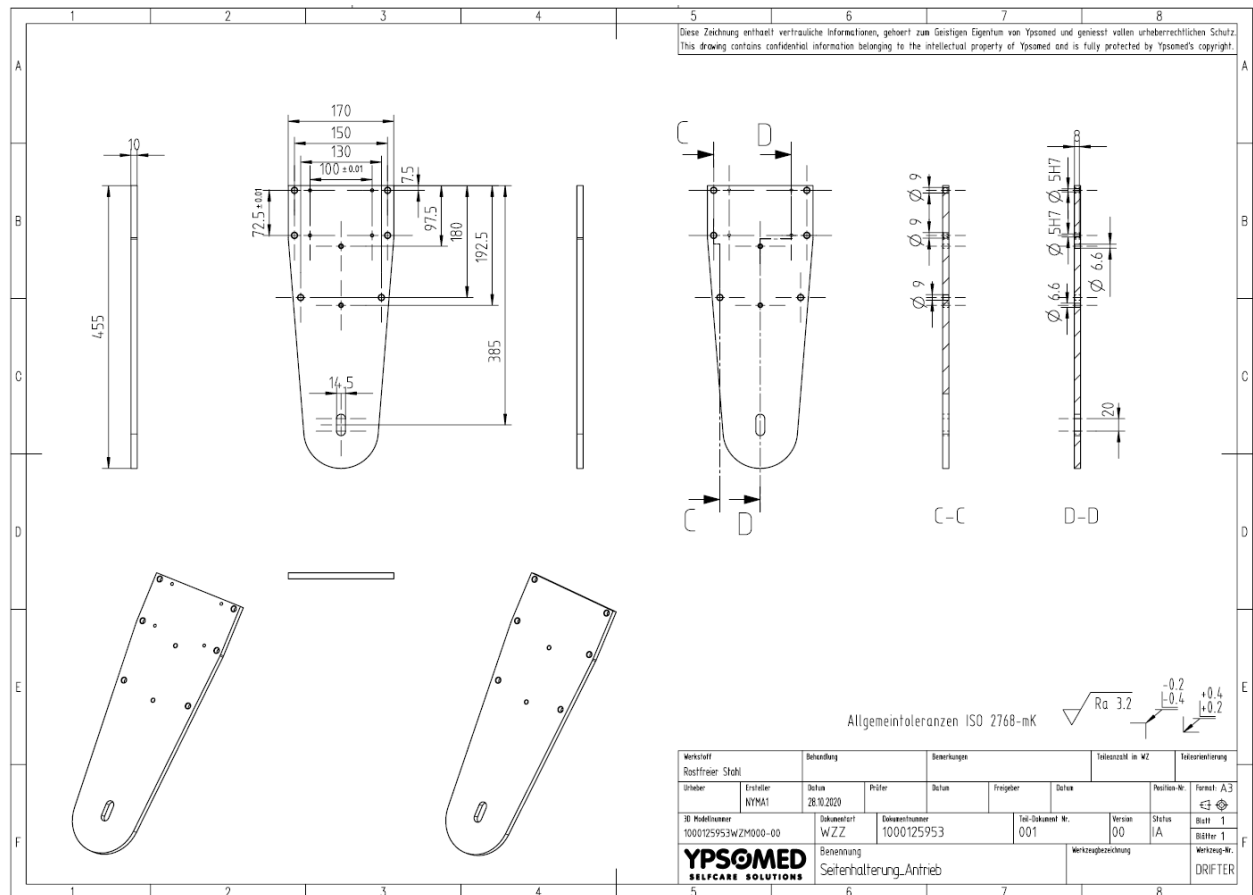
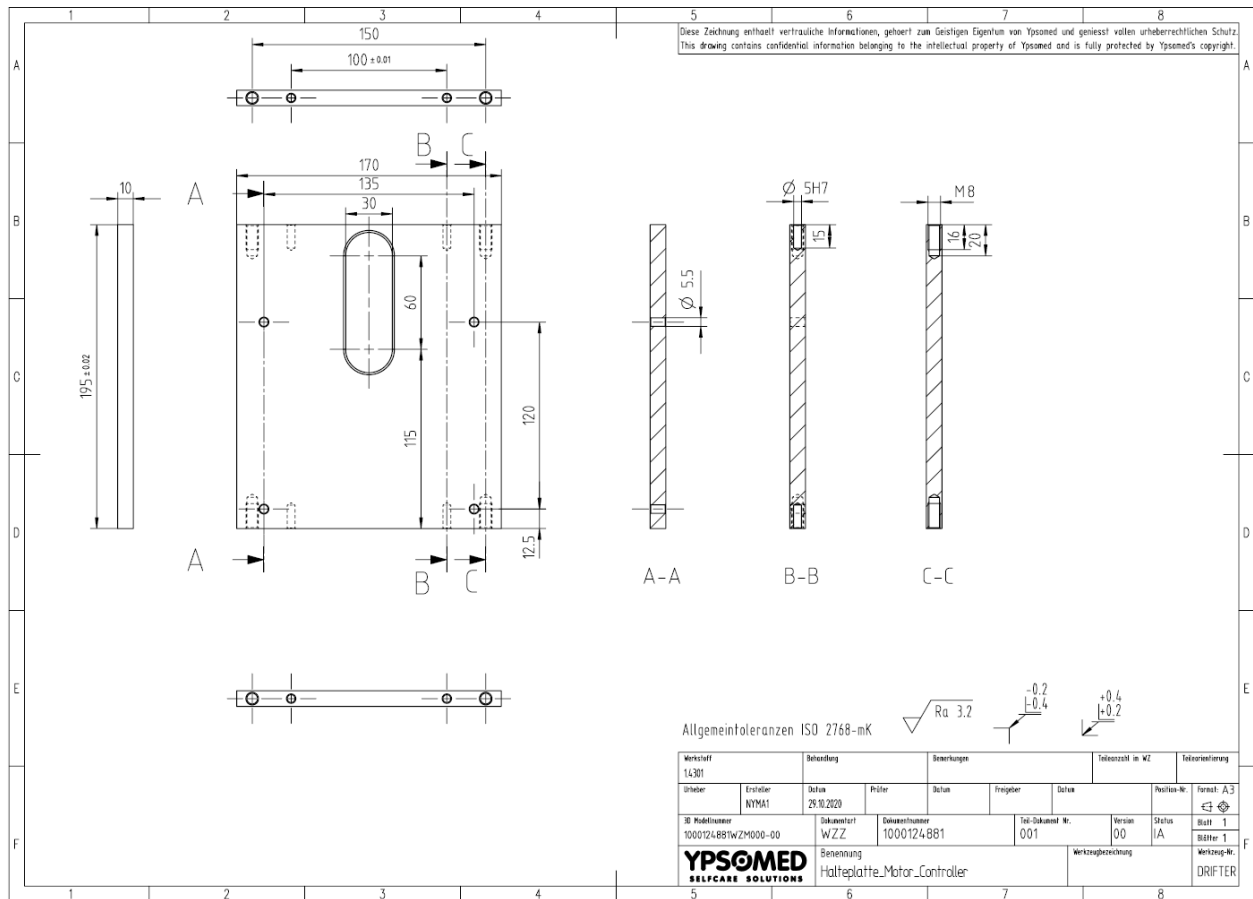
$$S_{perf} = 1,3 \text{ (TB 3-14b)}$$

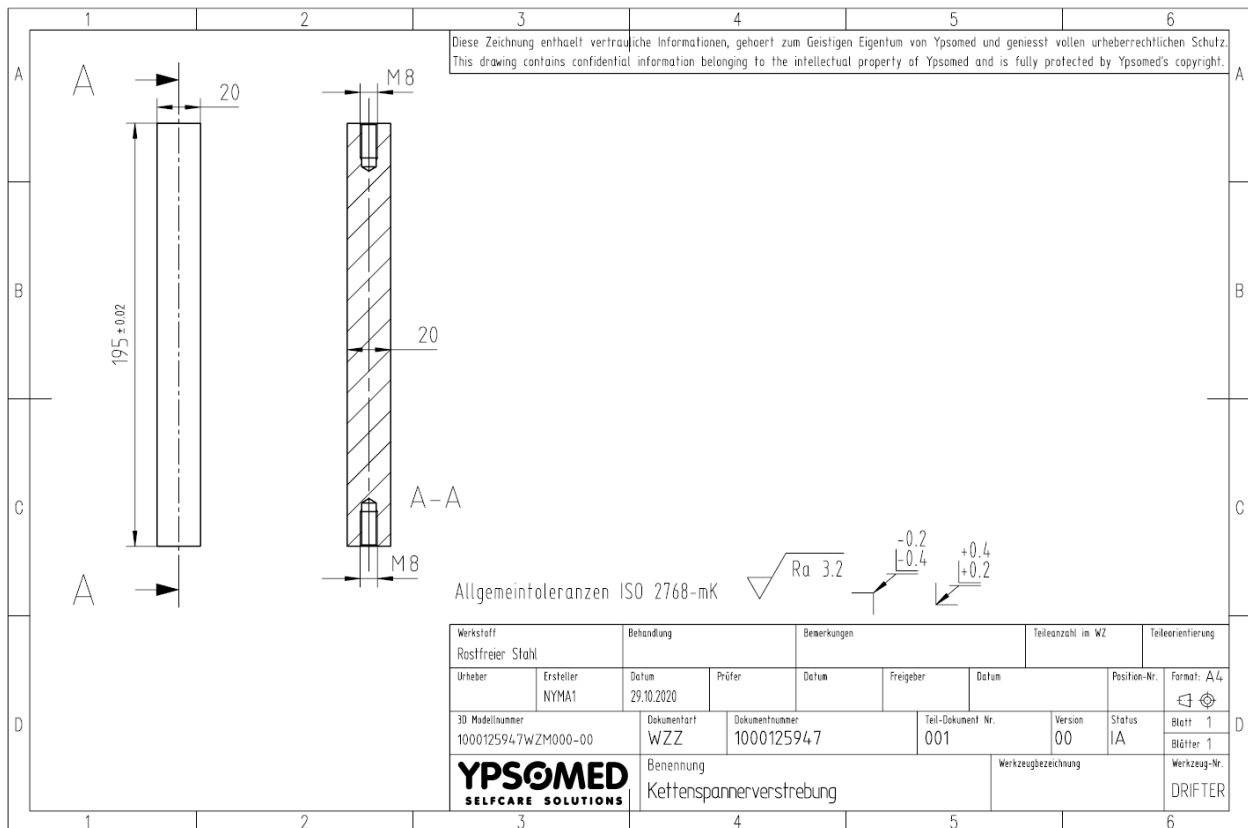
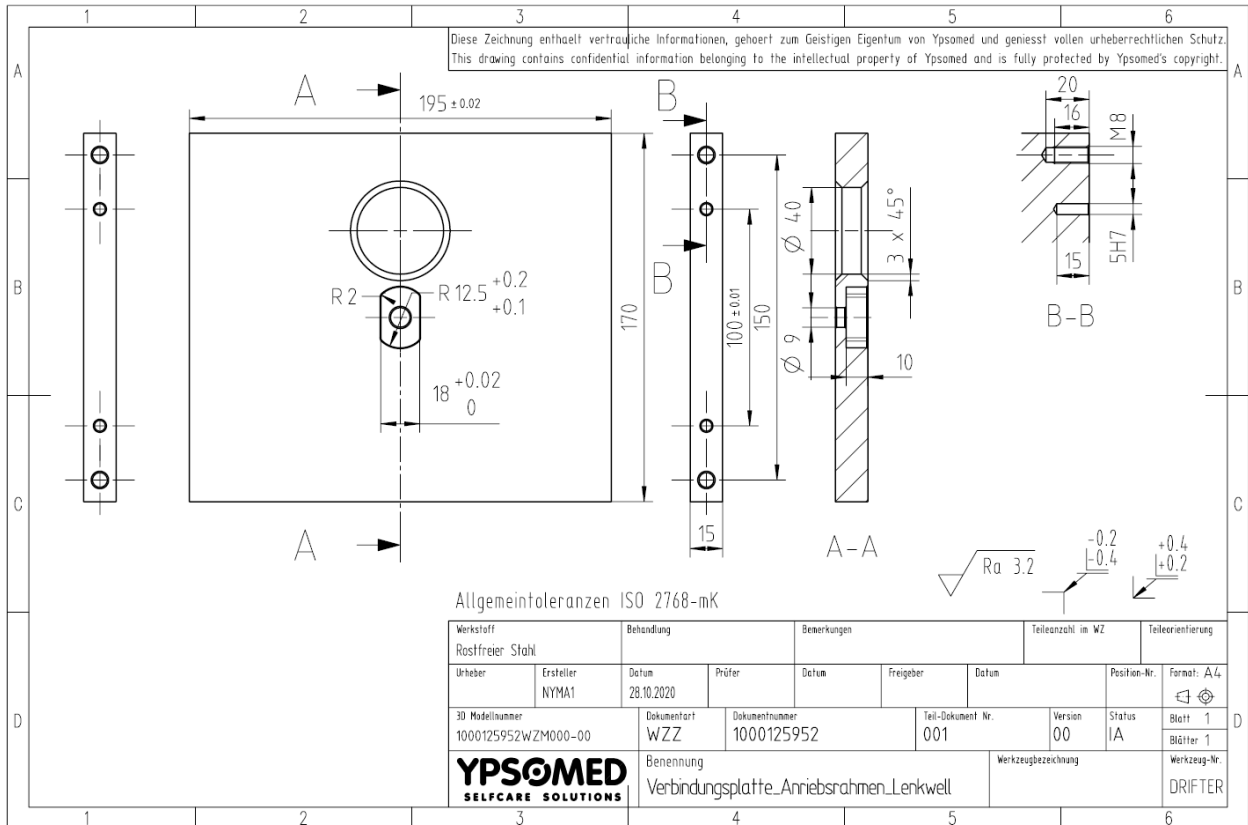
$$S_D = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{170,151 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{228,456 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}\right)^2 + \left(\frac{13,532 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{139,405 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}\right)^2}} = 1,331 > 1,3 \quad \checkmark$$

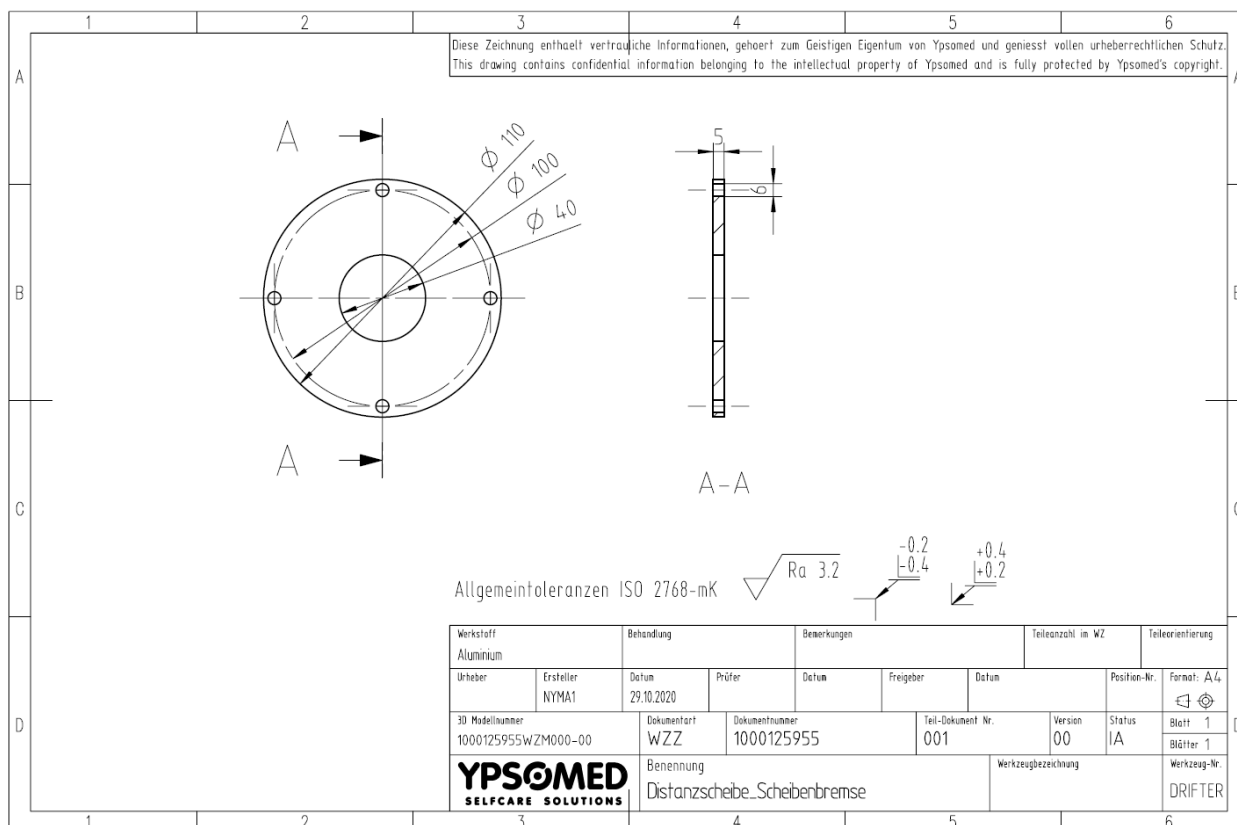
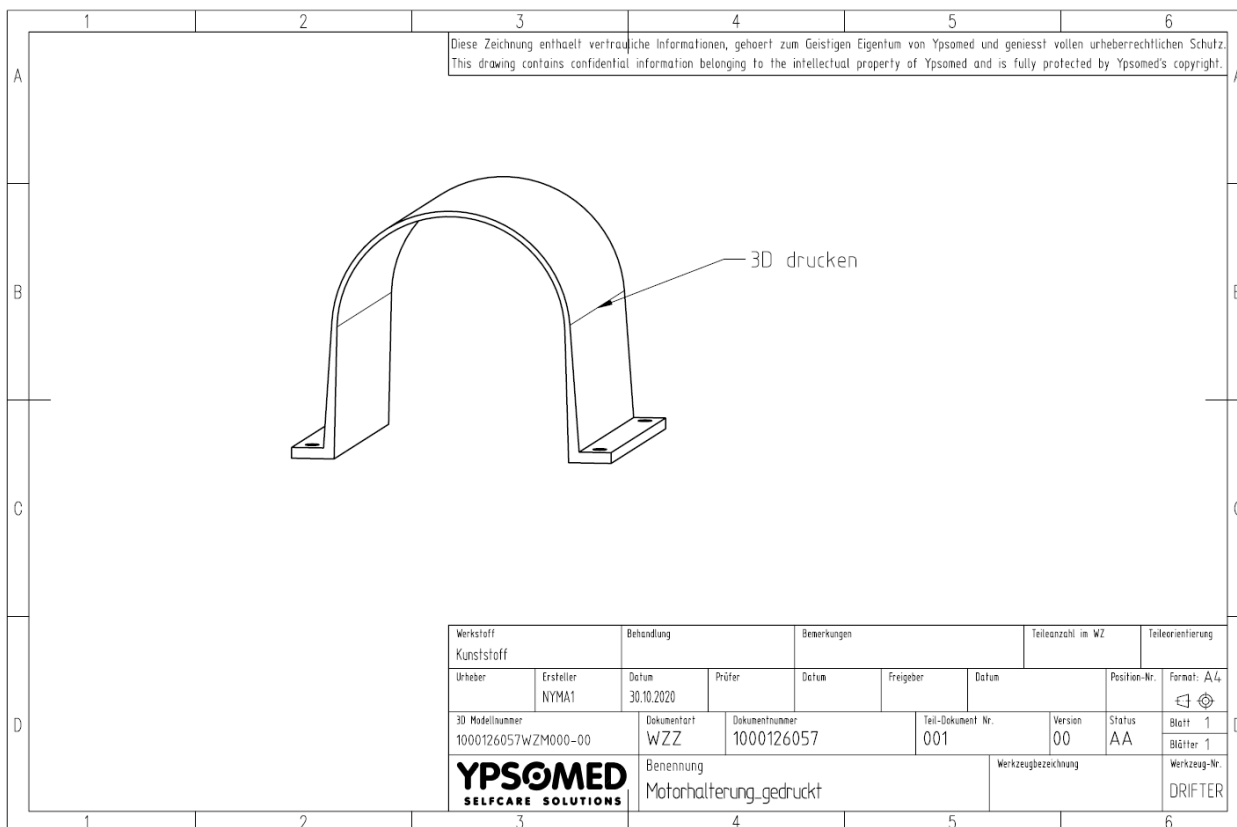
Die Welle aus 1.4301 mit dem Durchmesser von 15mm kann so ausgelegt werden. Es werden alle Anforderungen erfüllt.

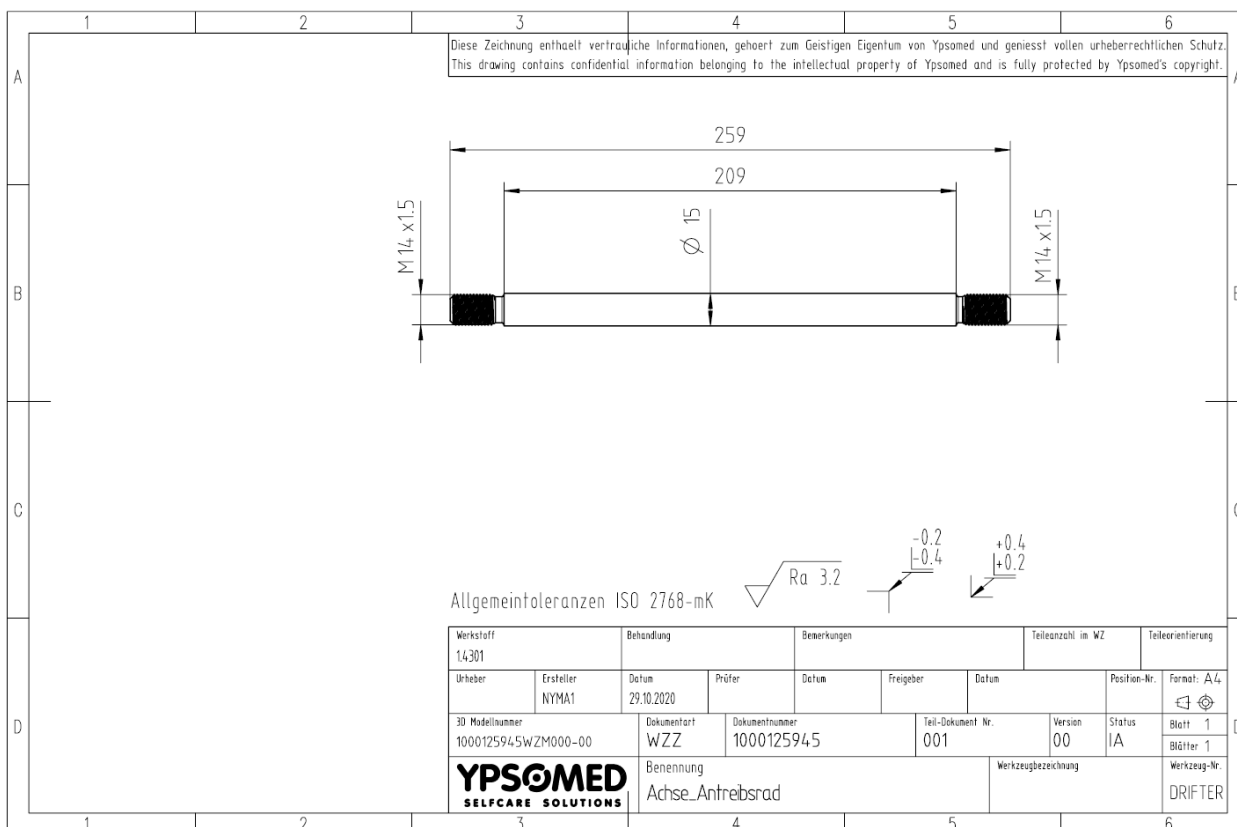
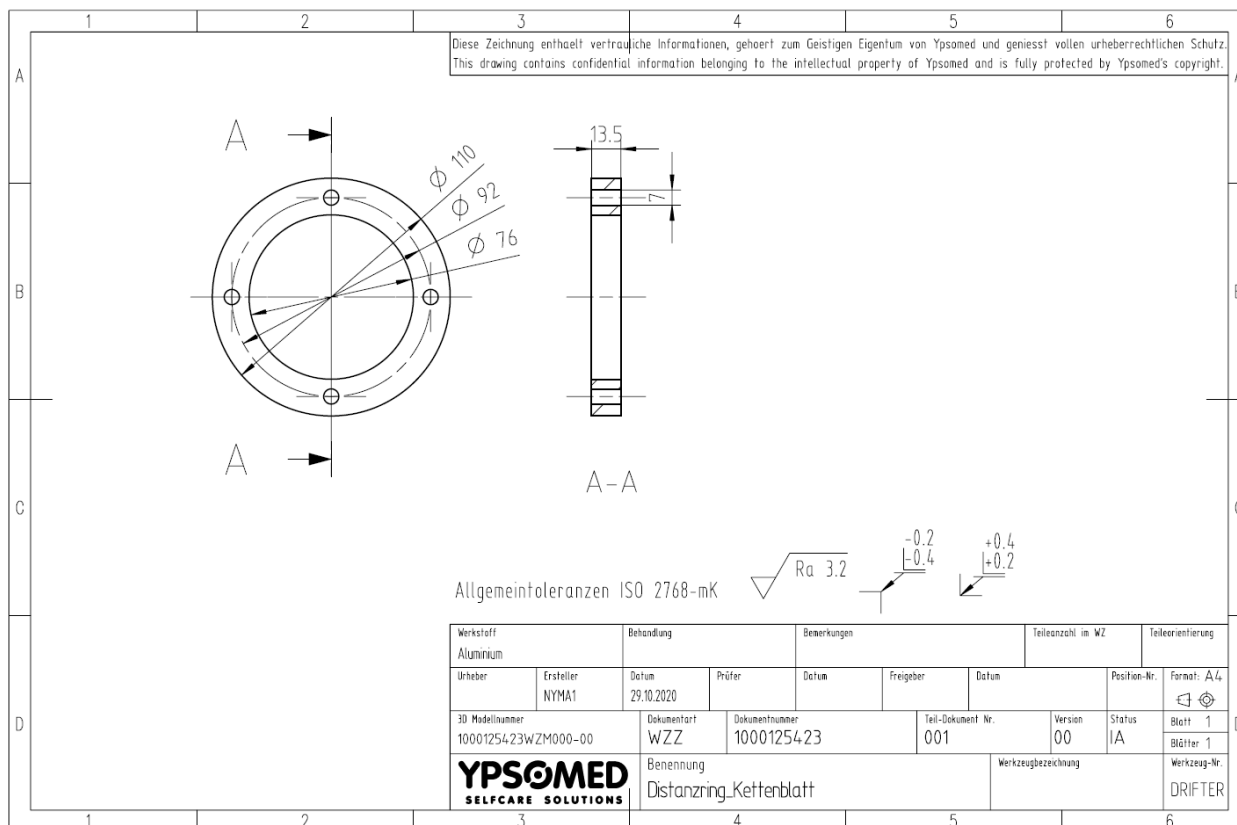
15.10 Zeichnungen

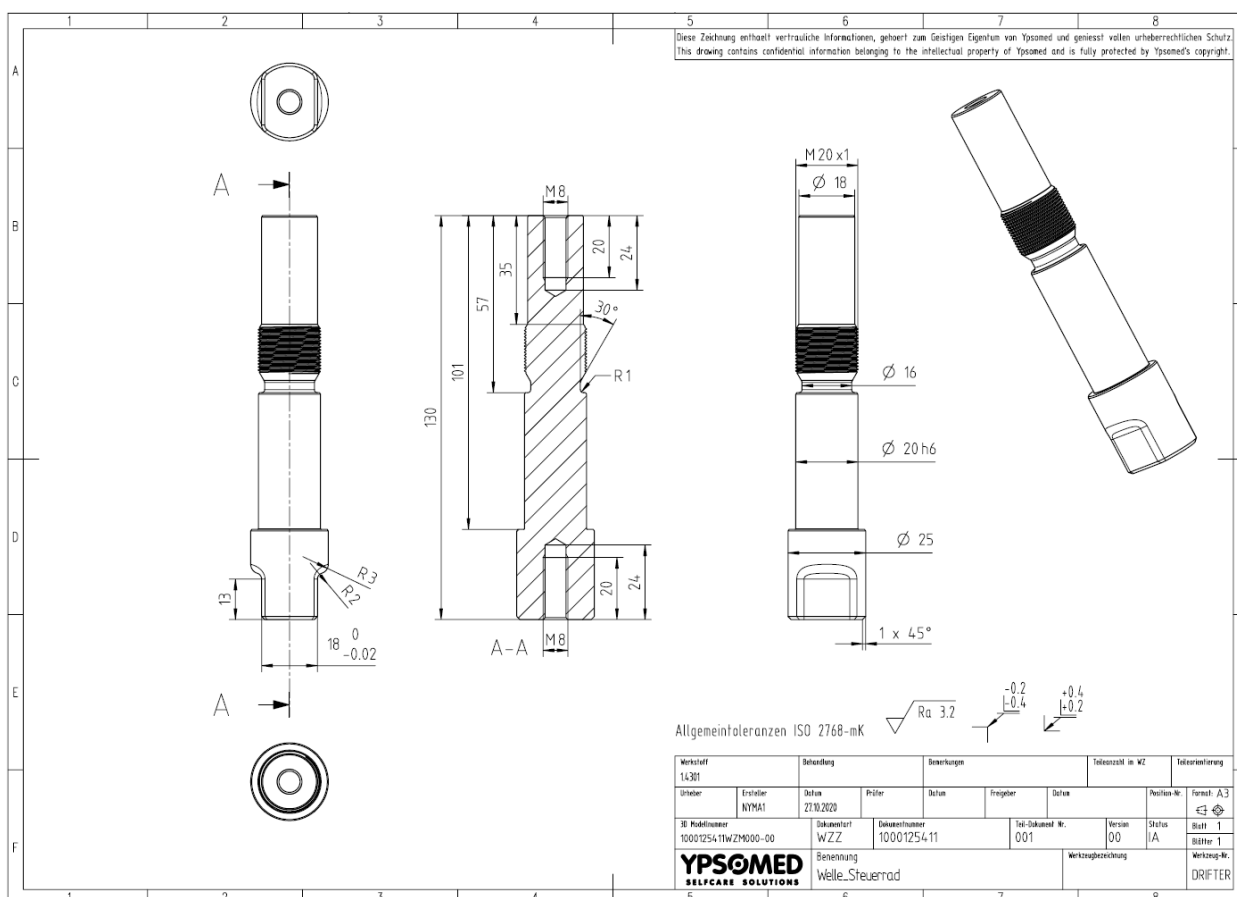
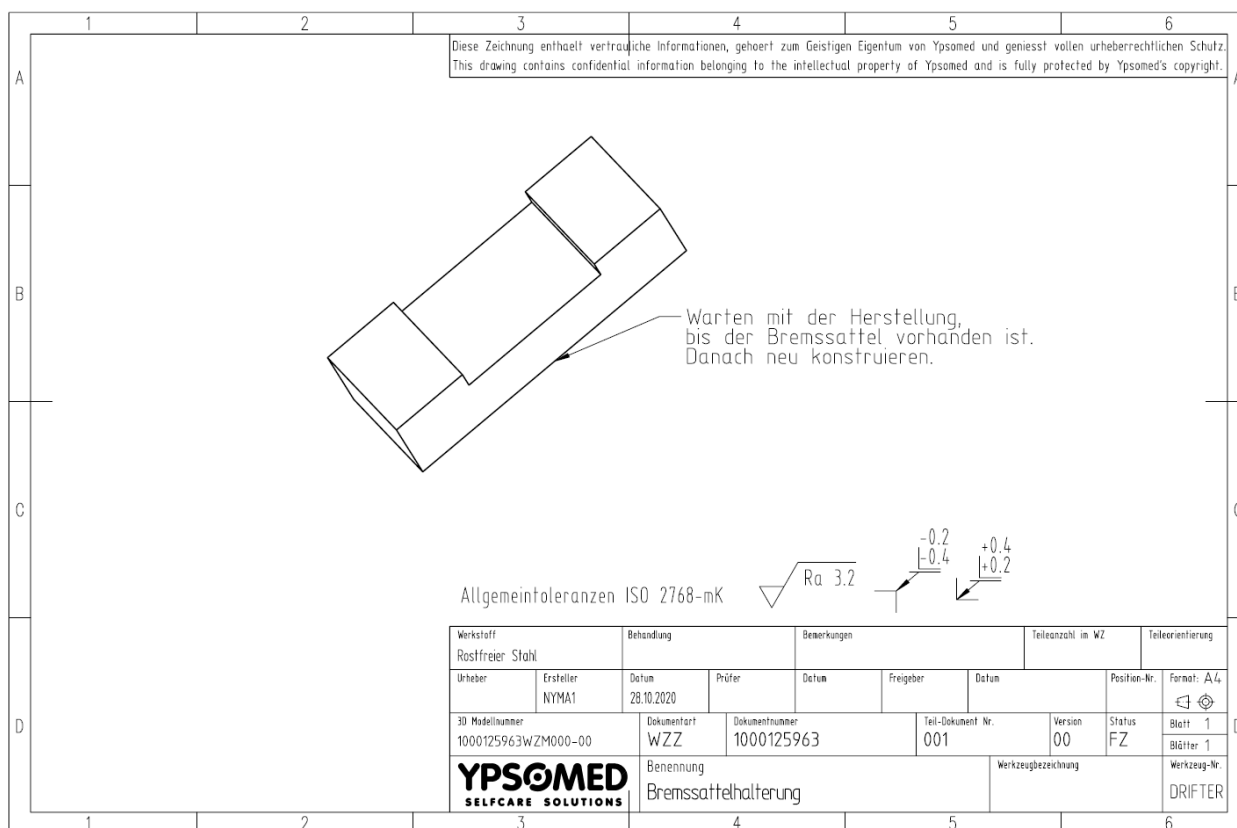


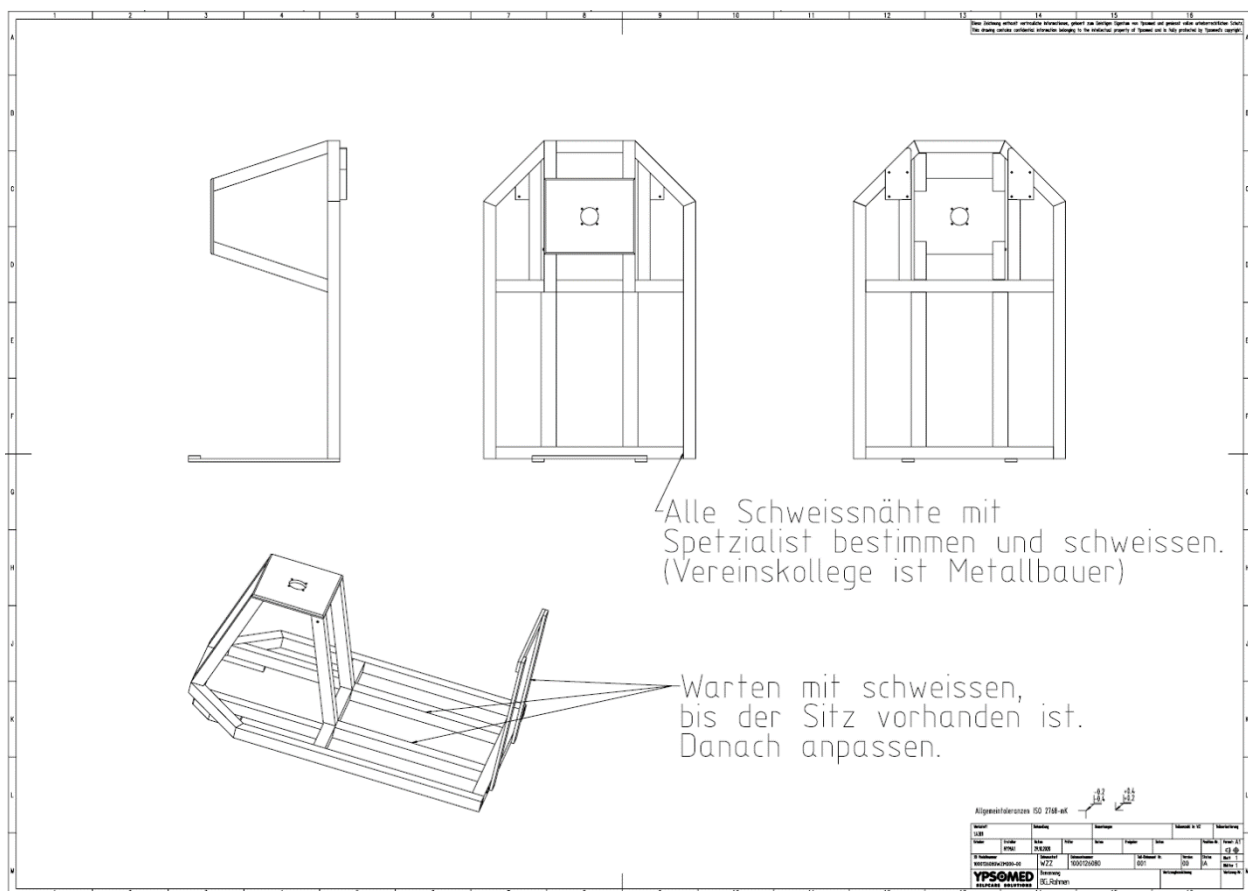
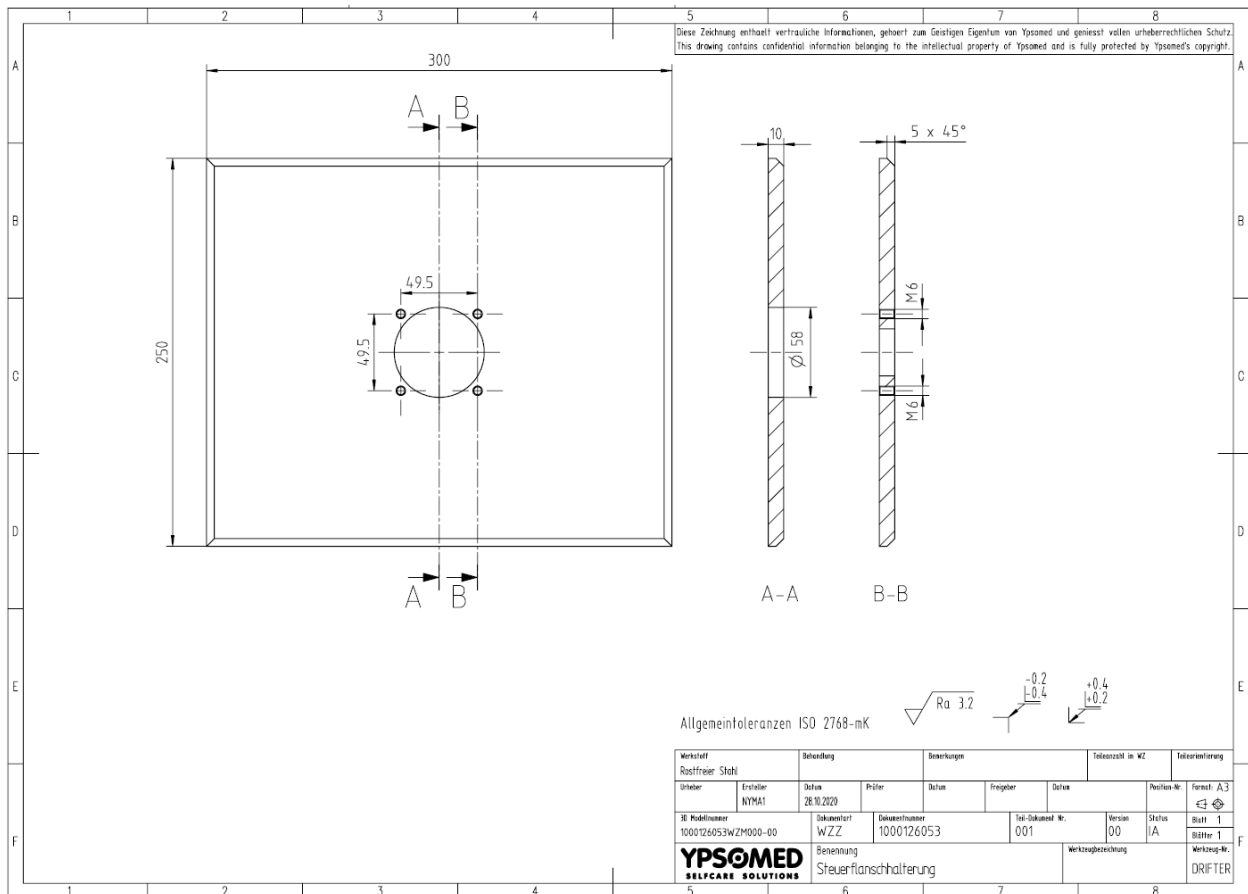


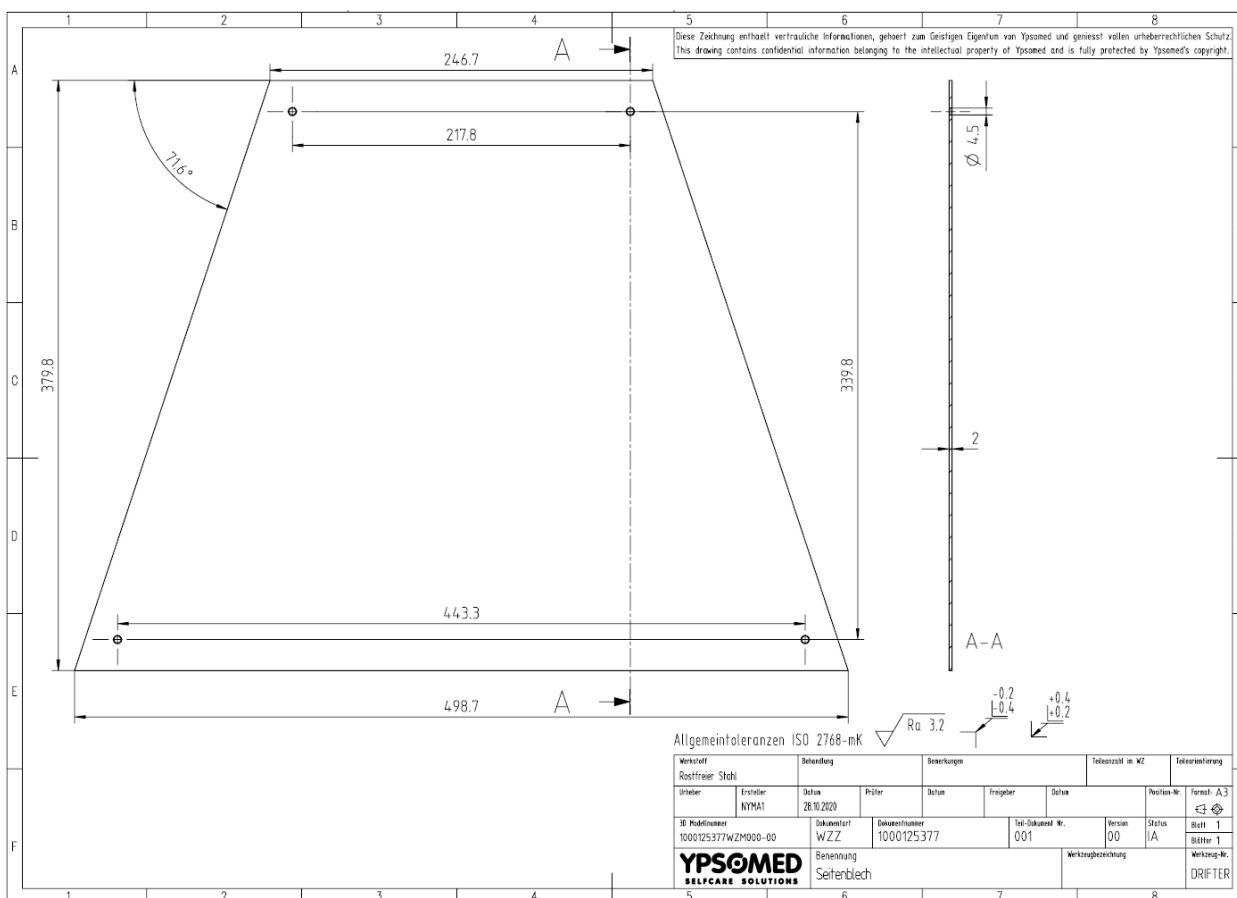
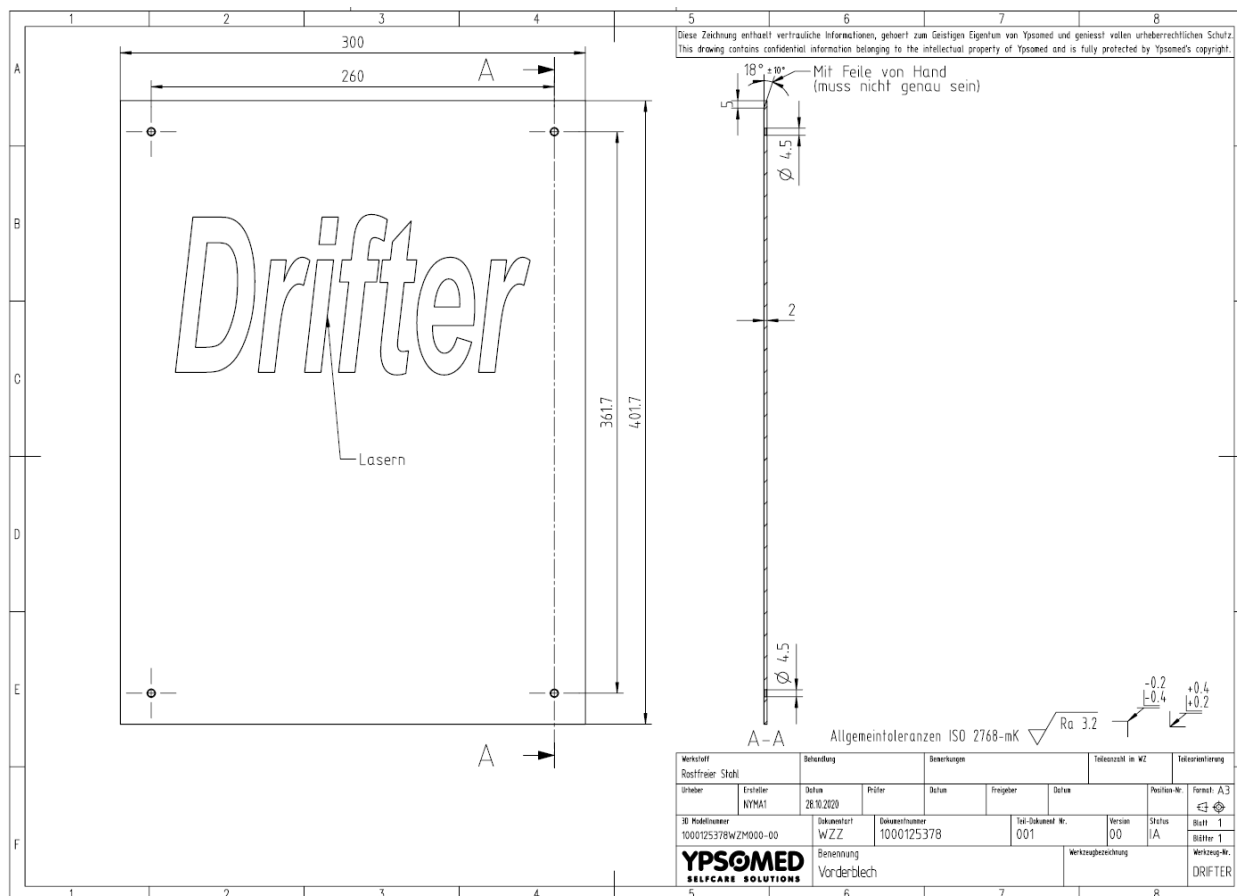


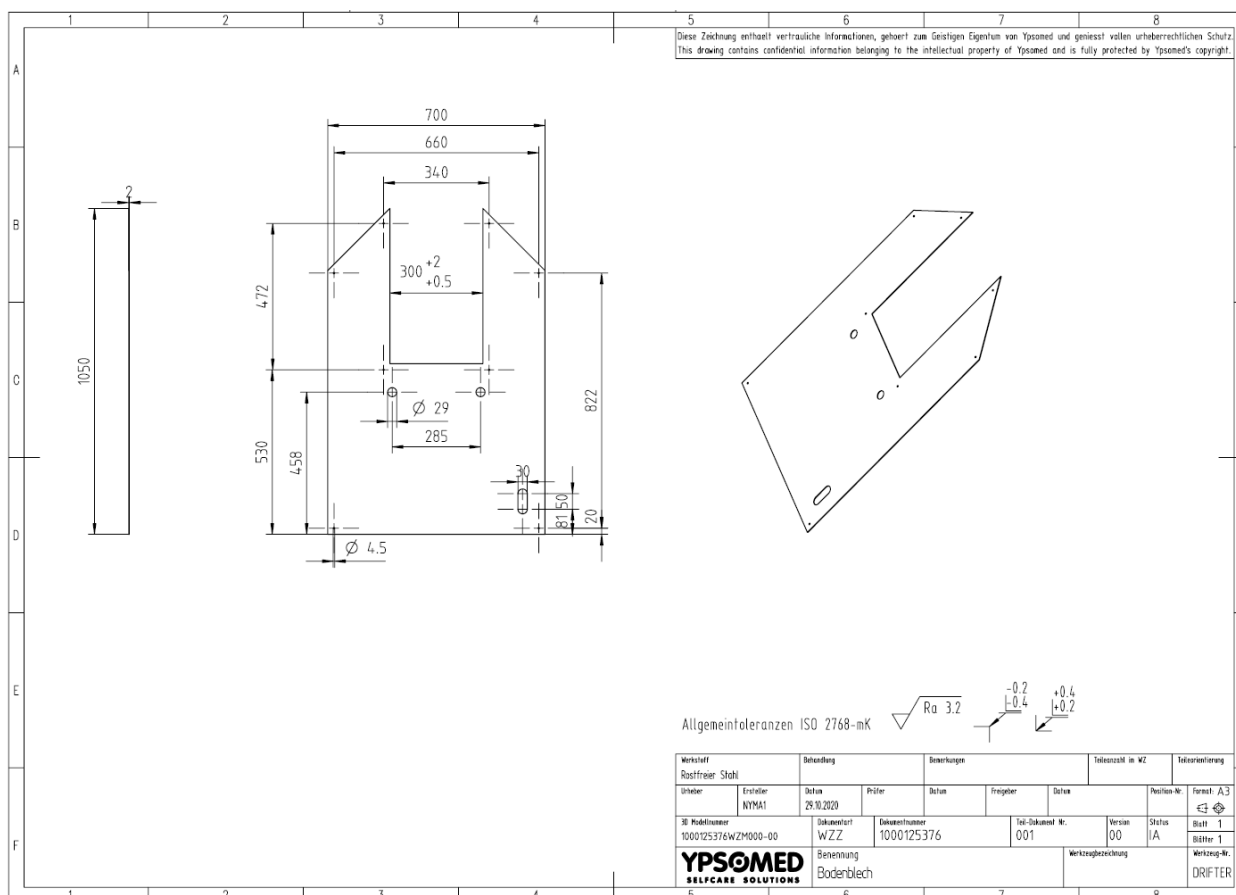
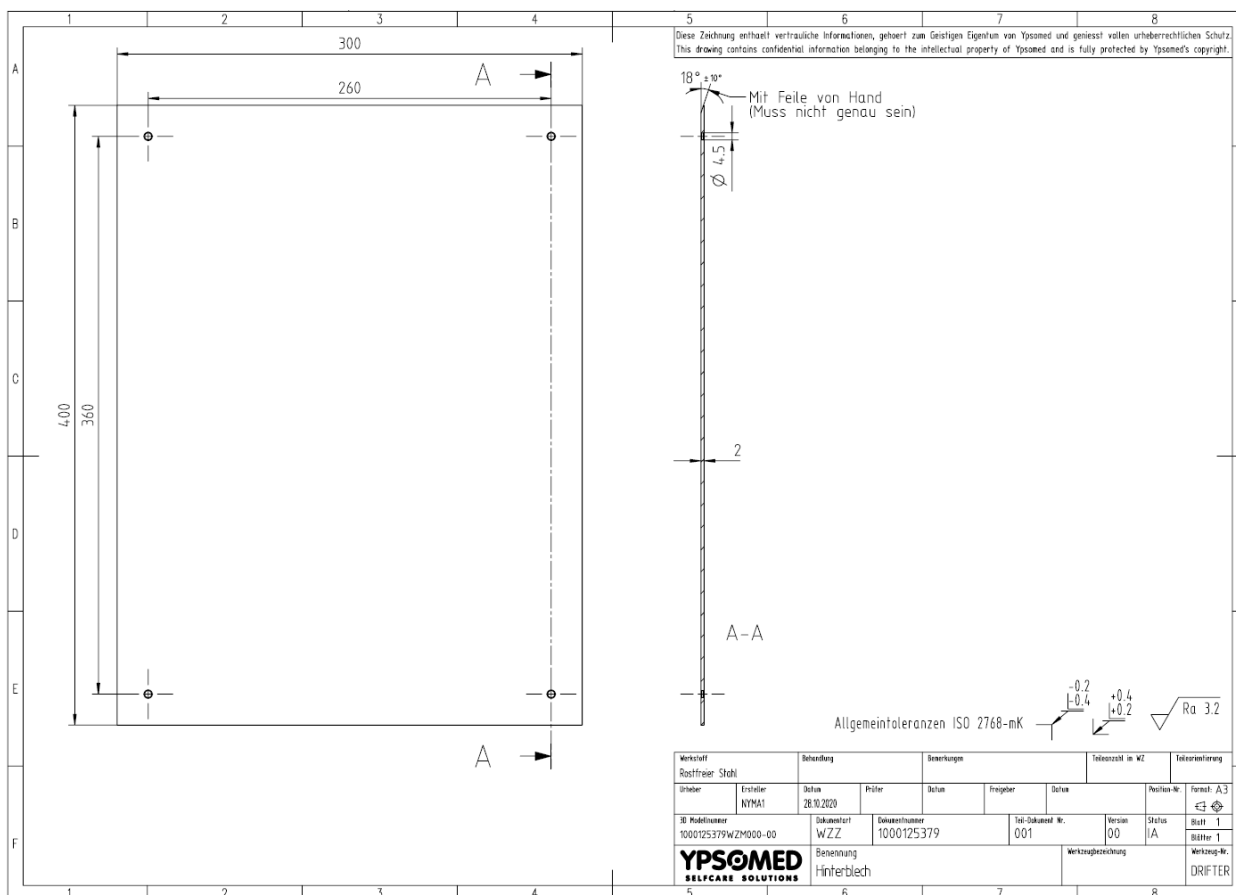


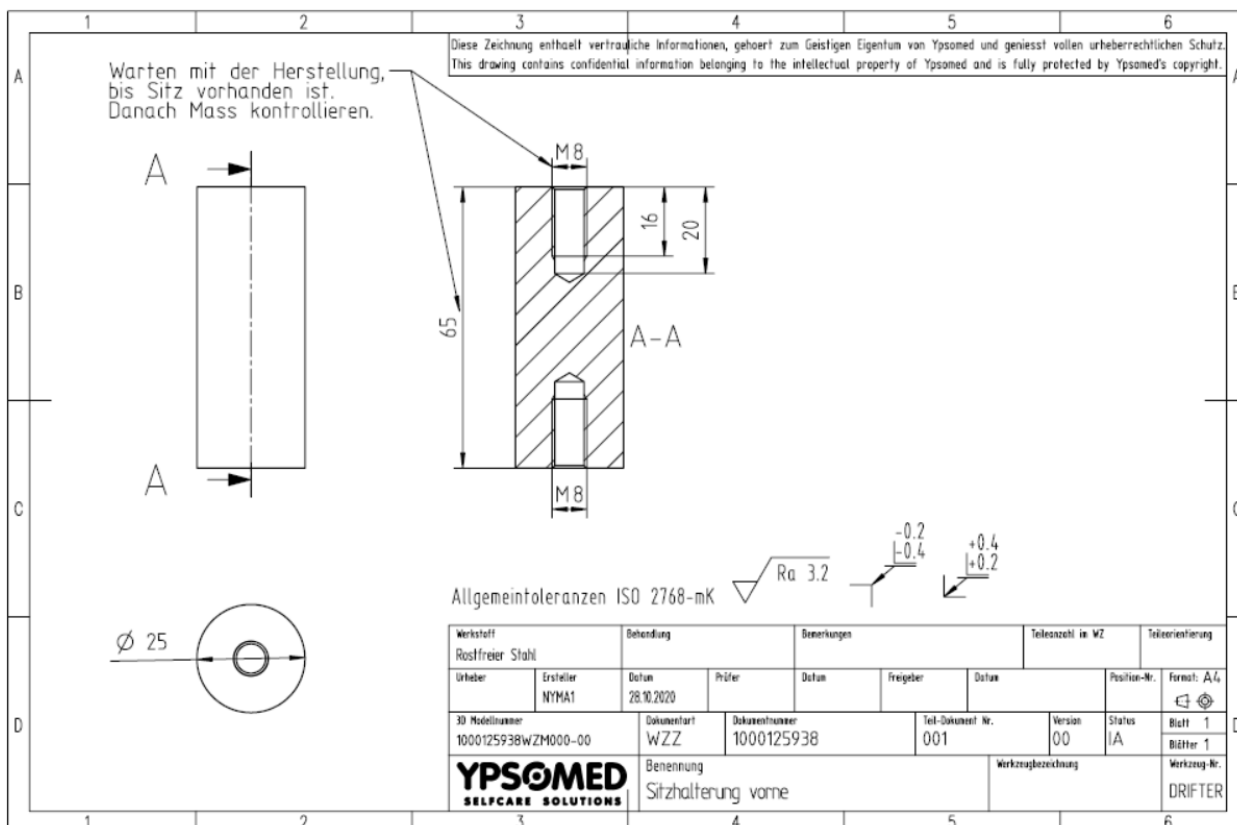
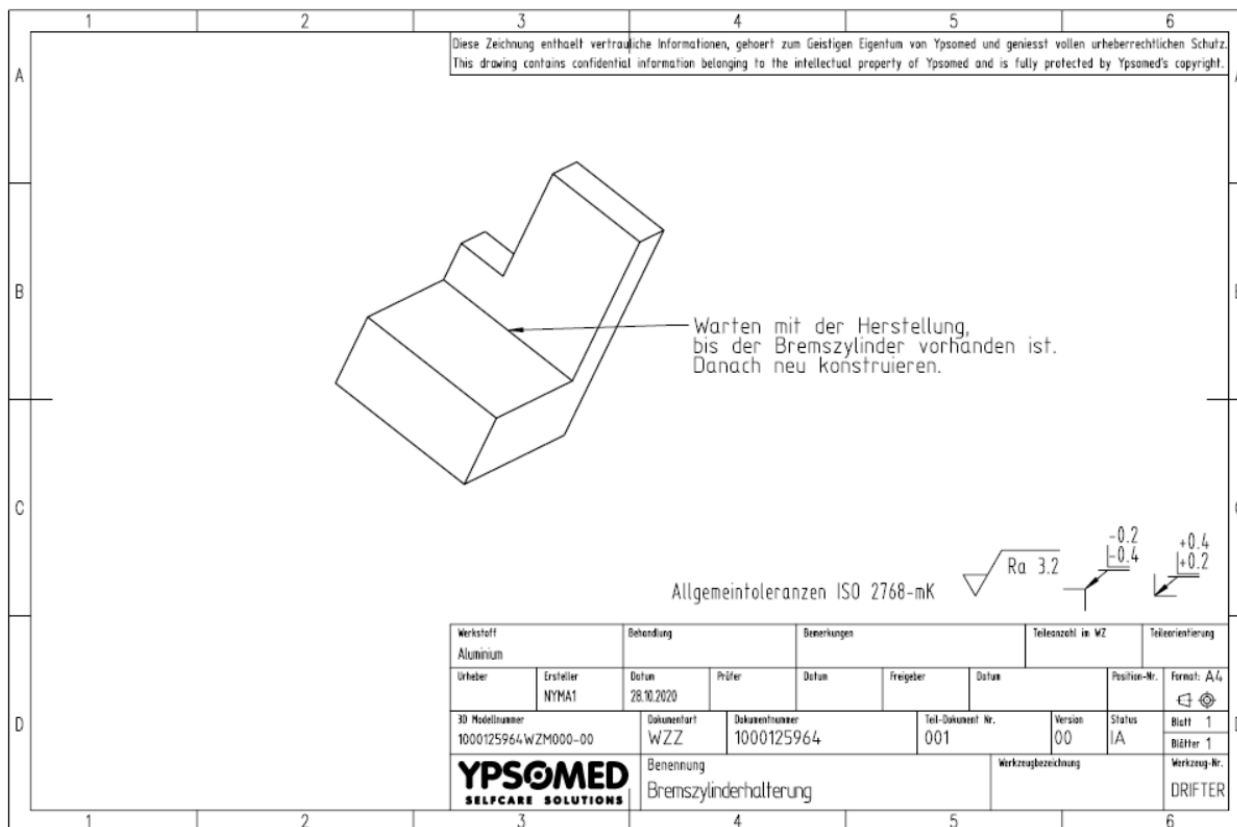


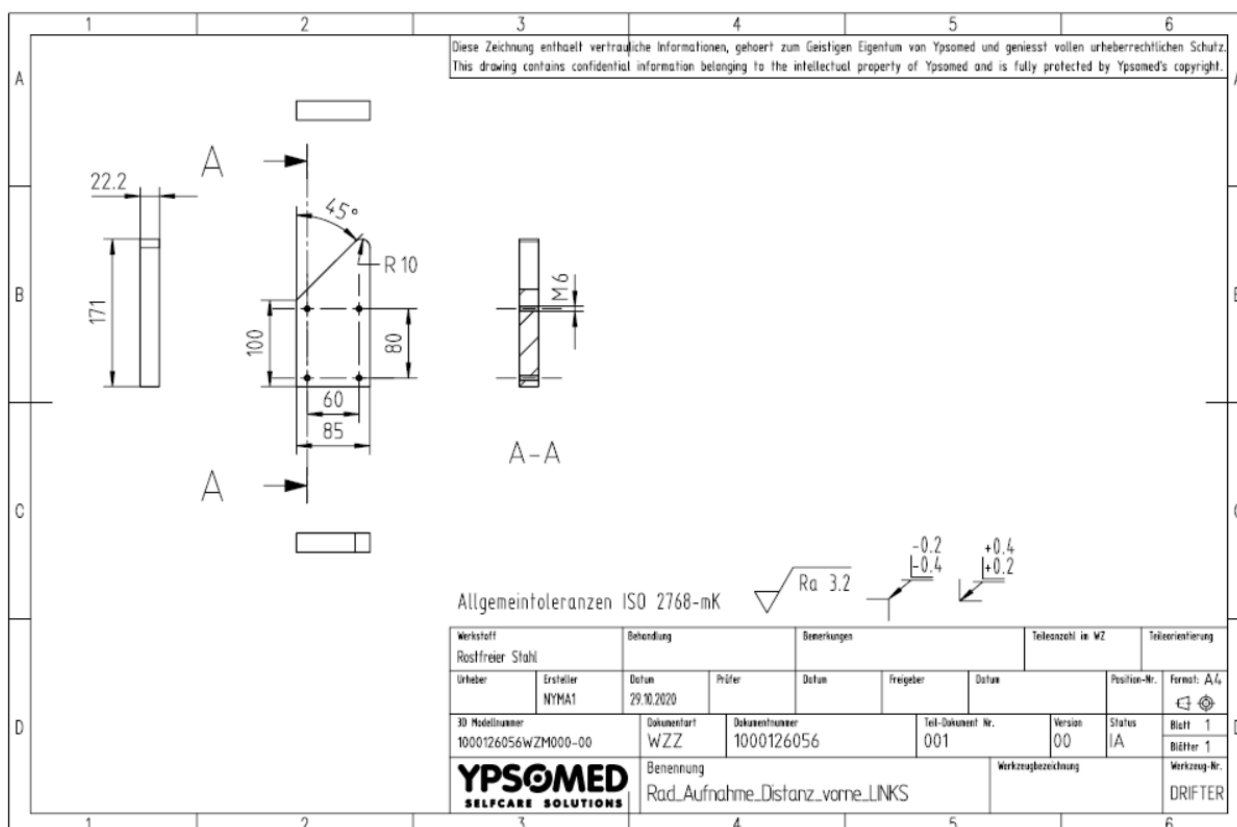
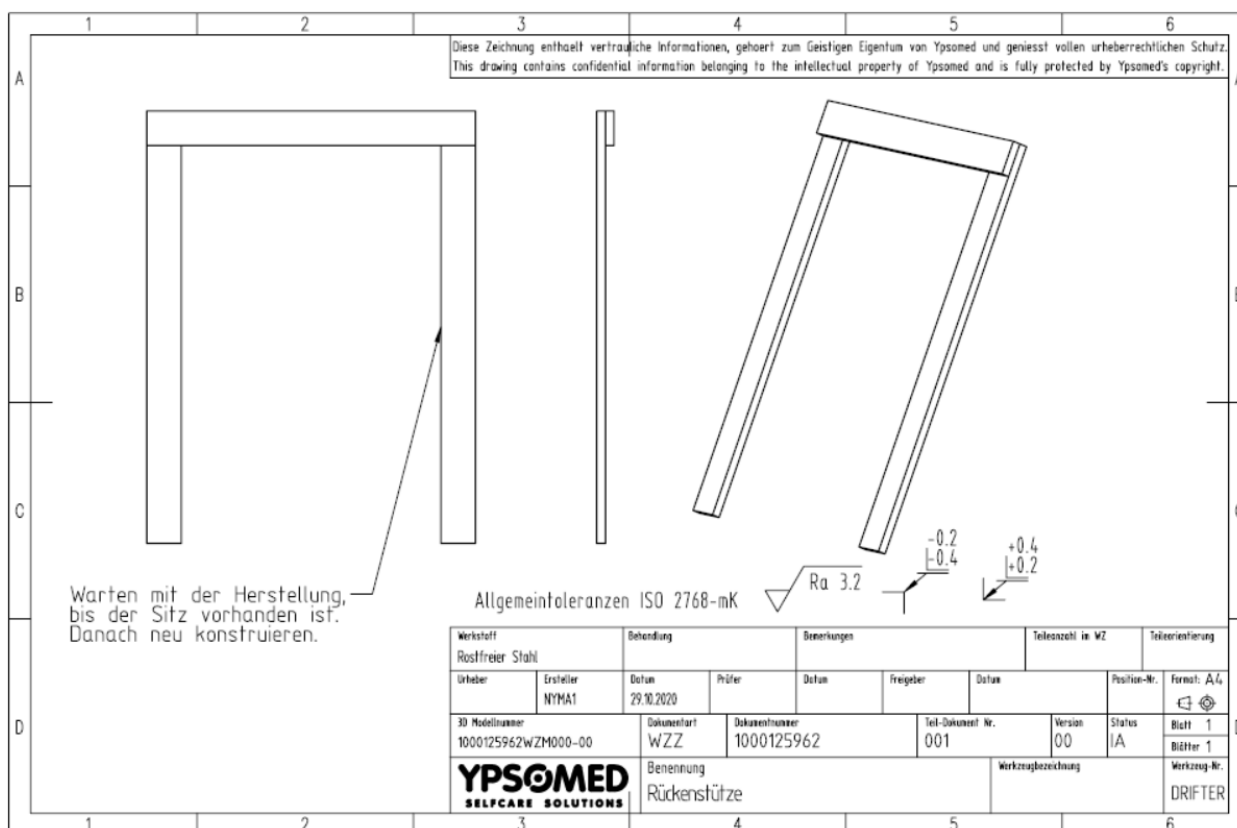


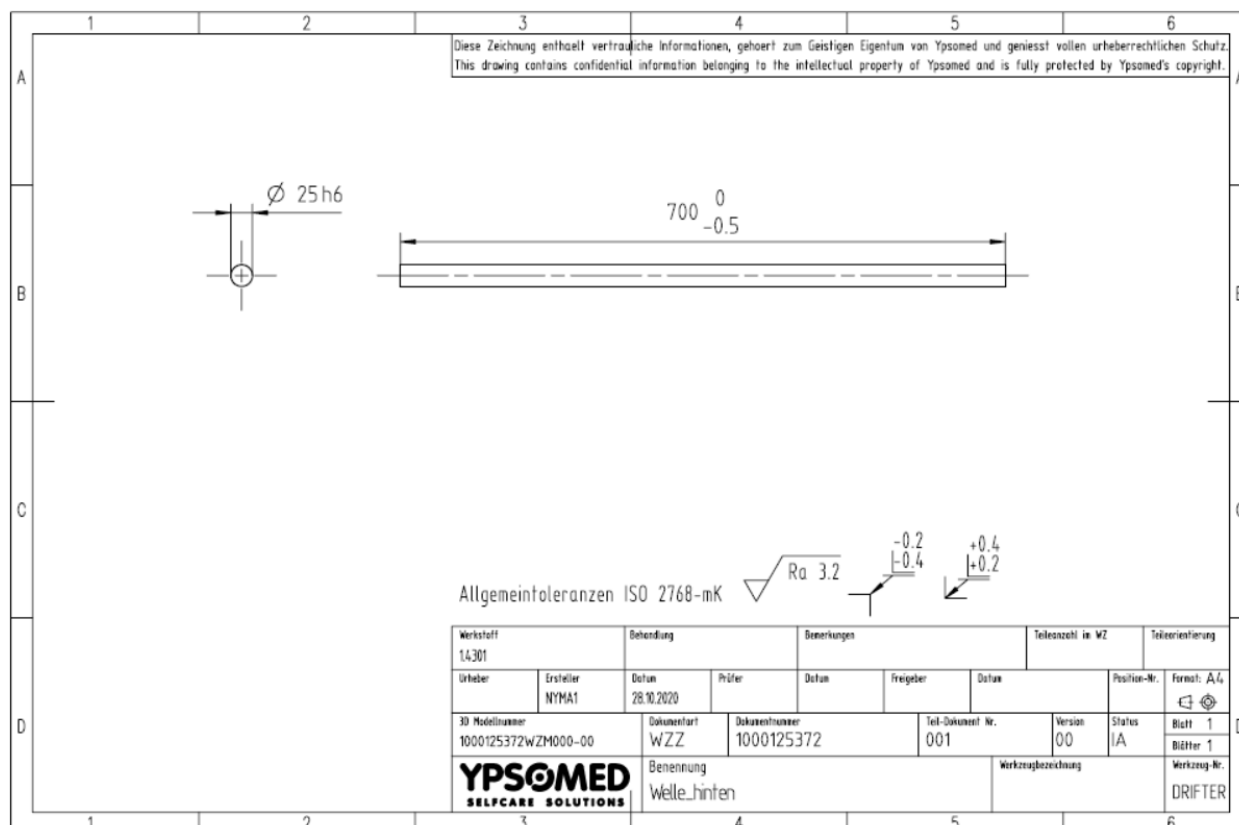
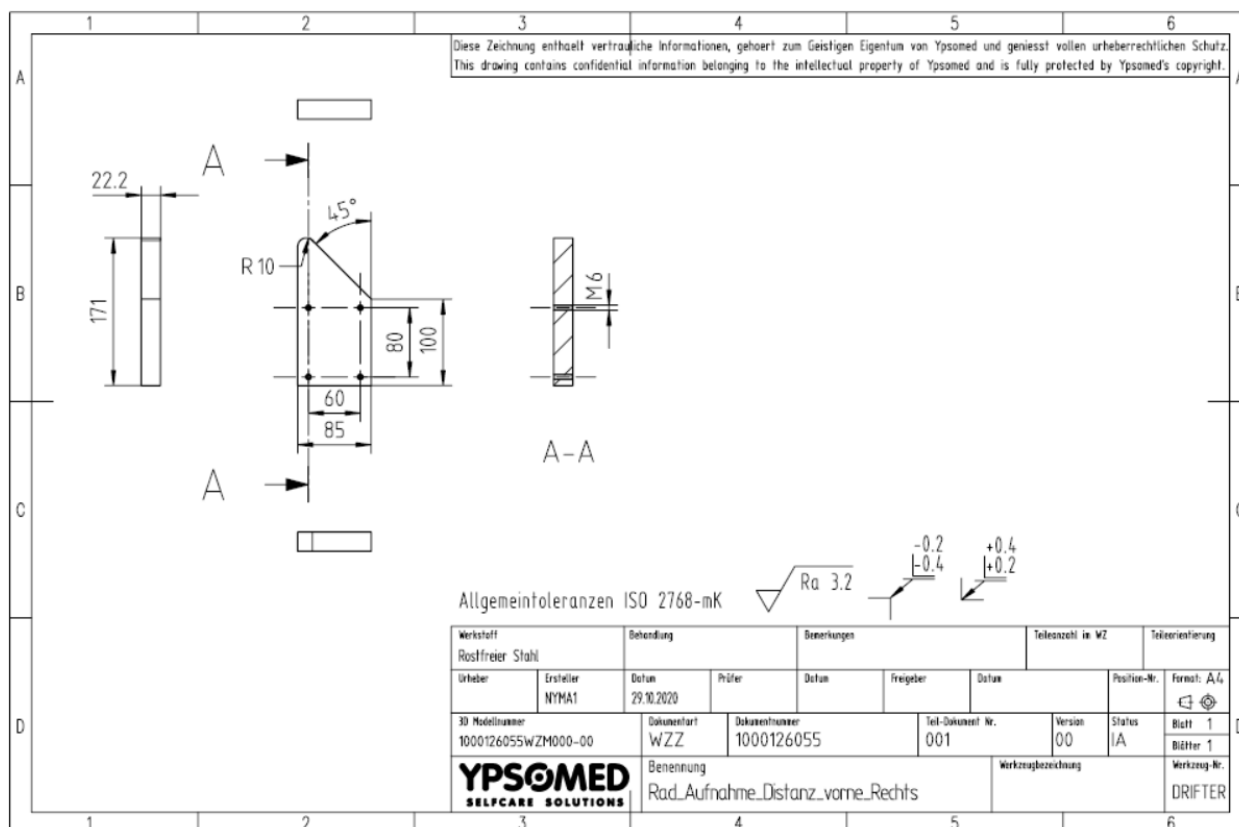


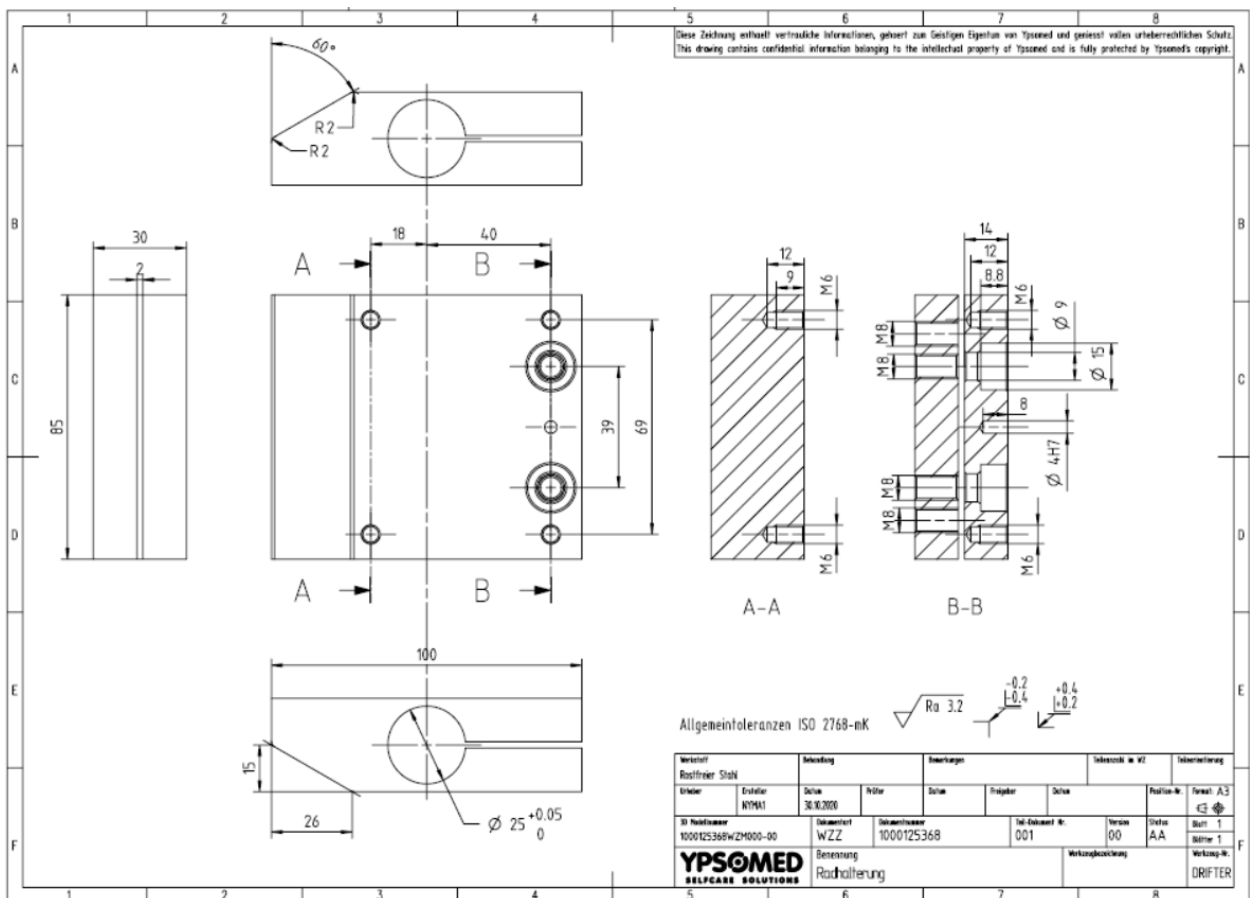
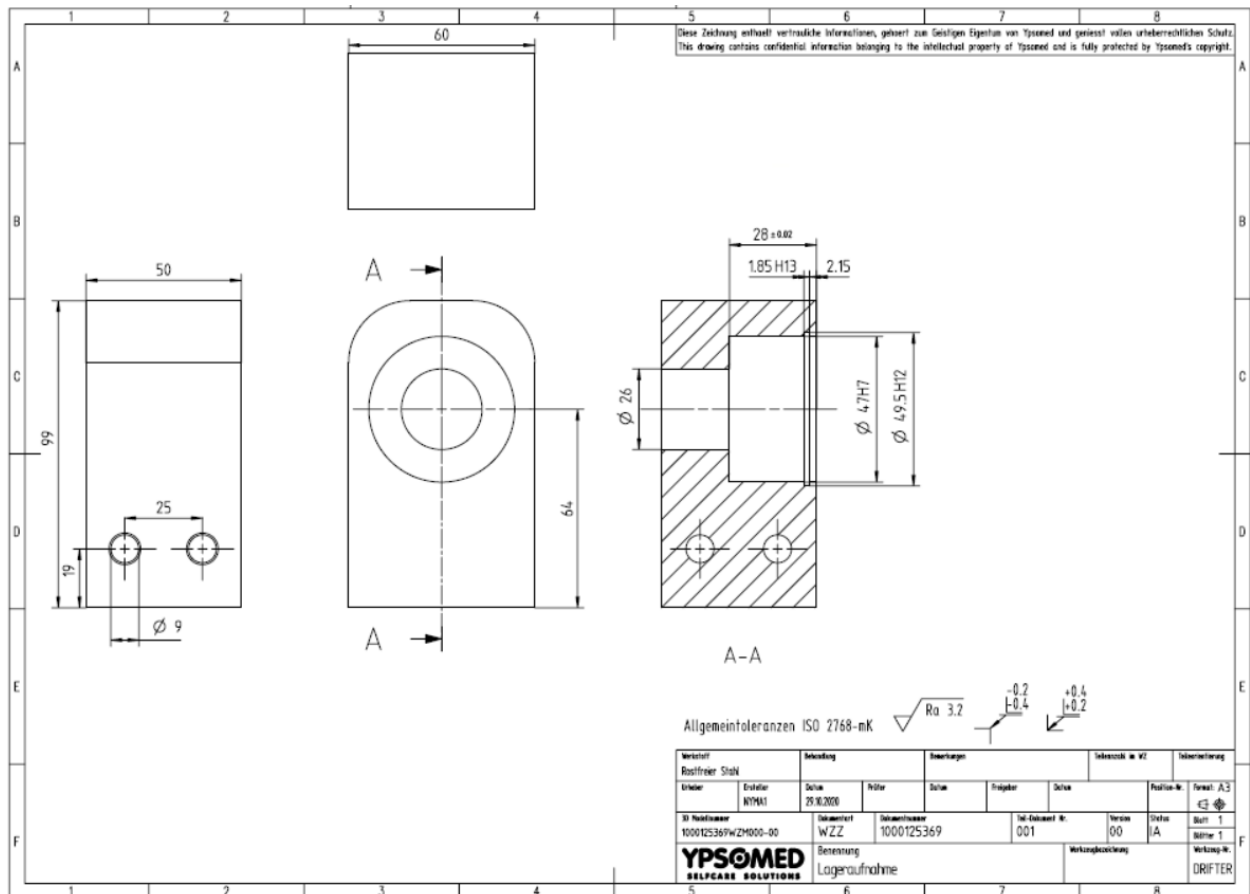


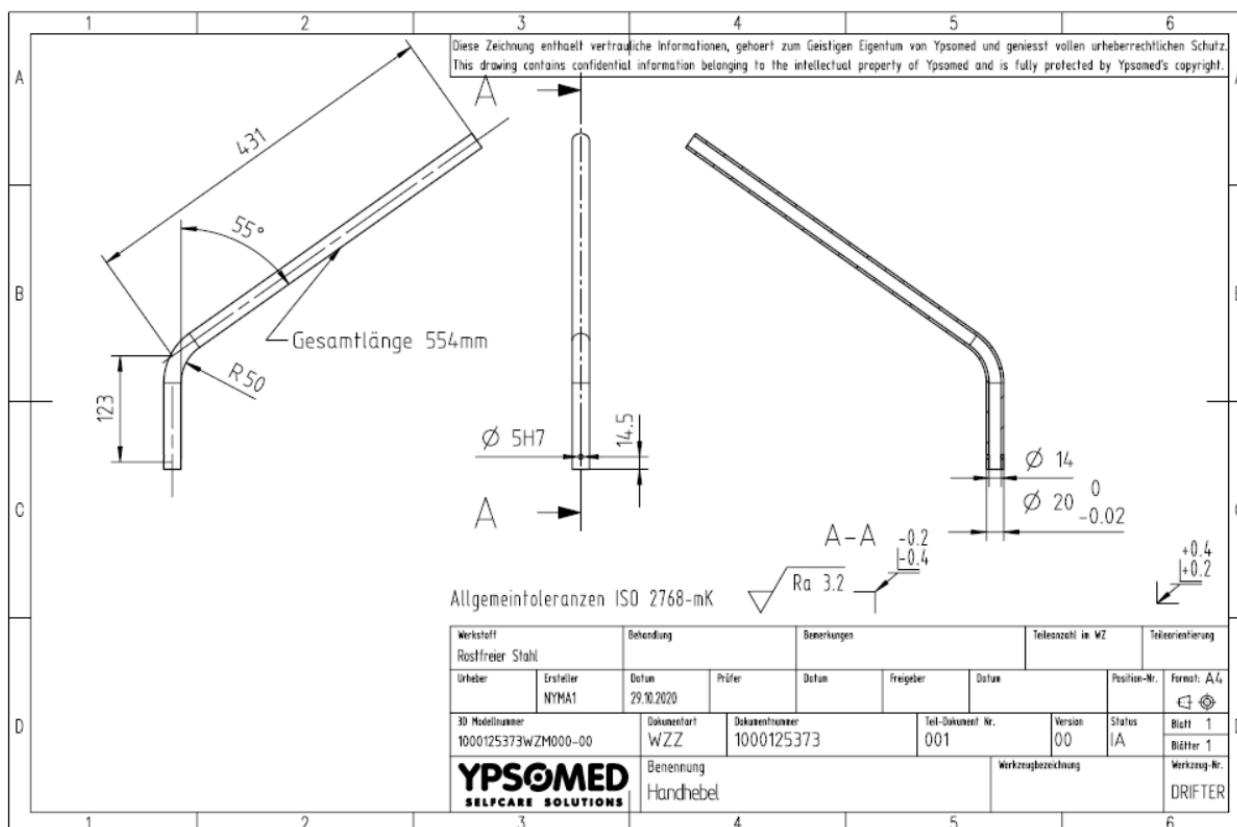
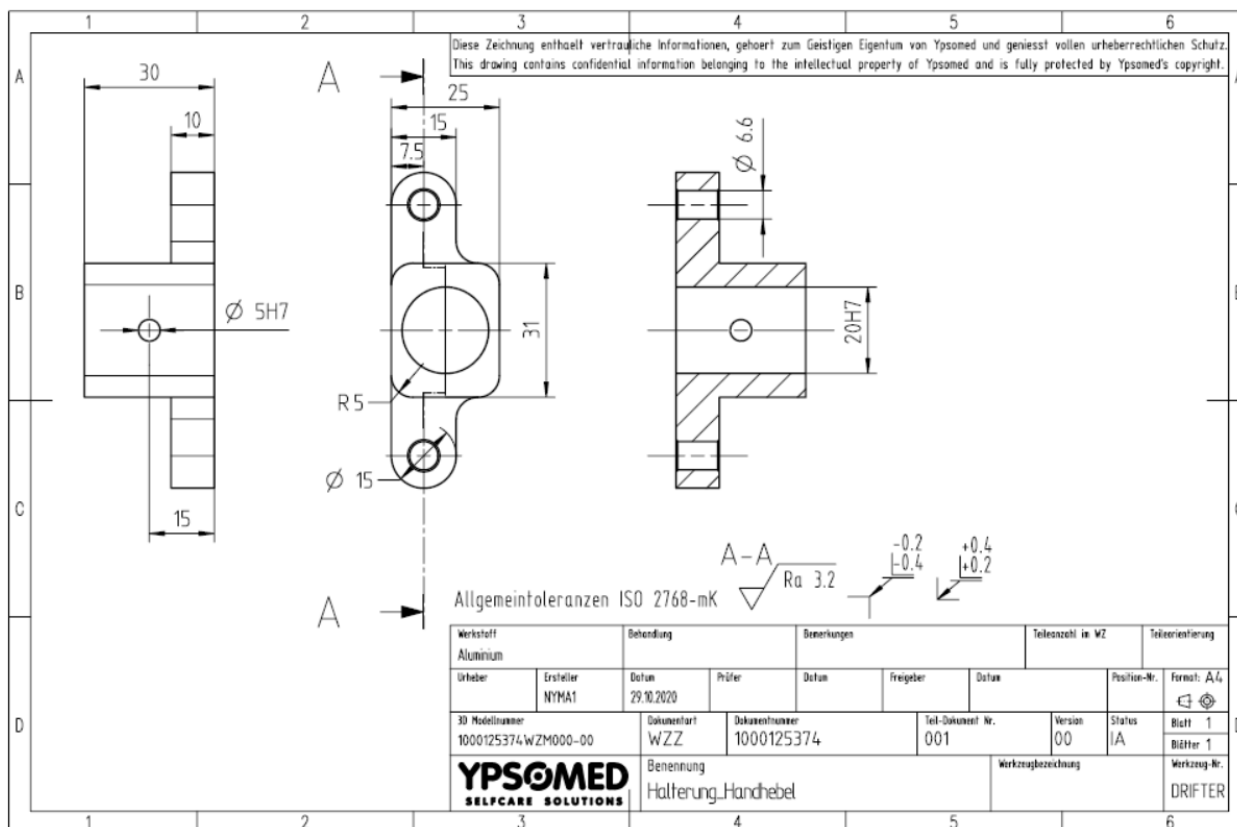


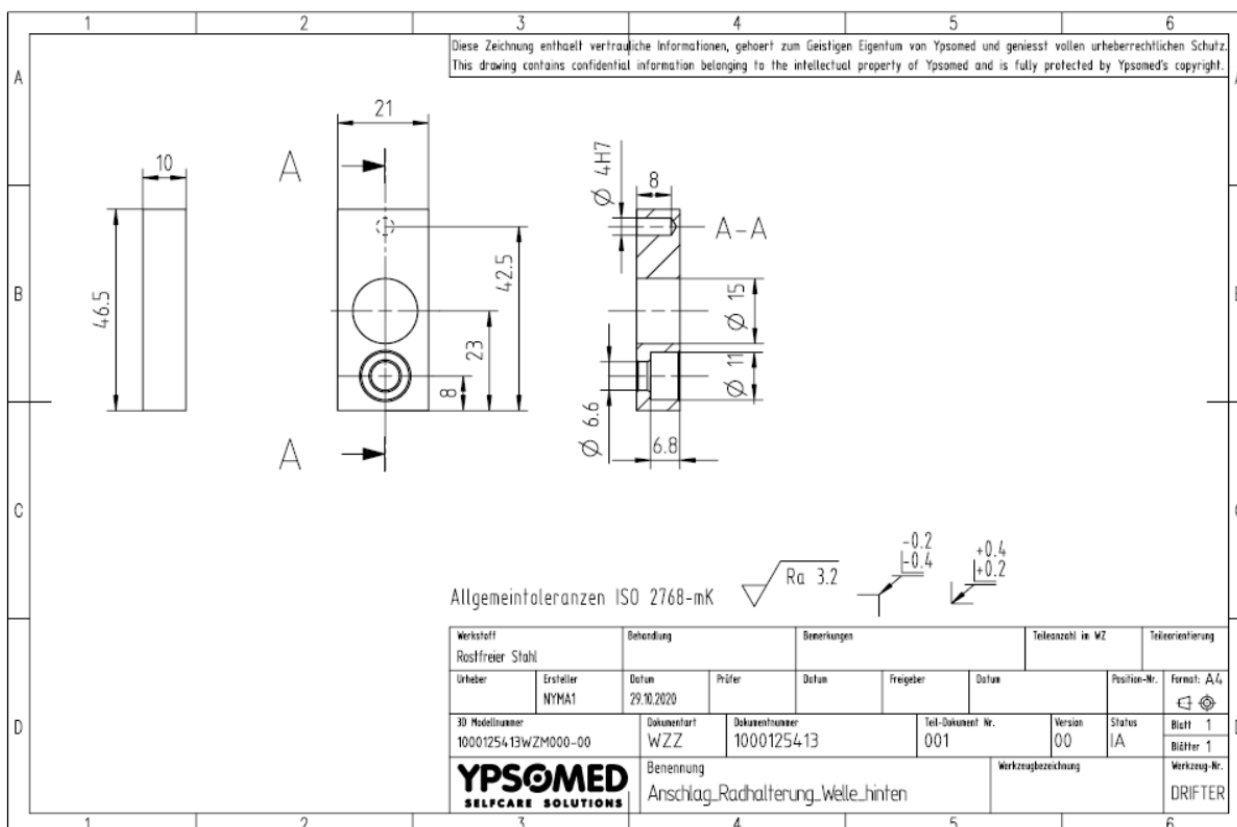
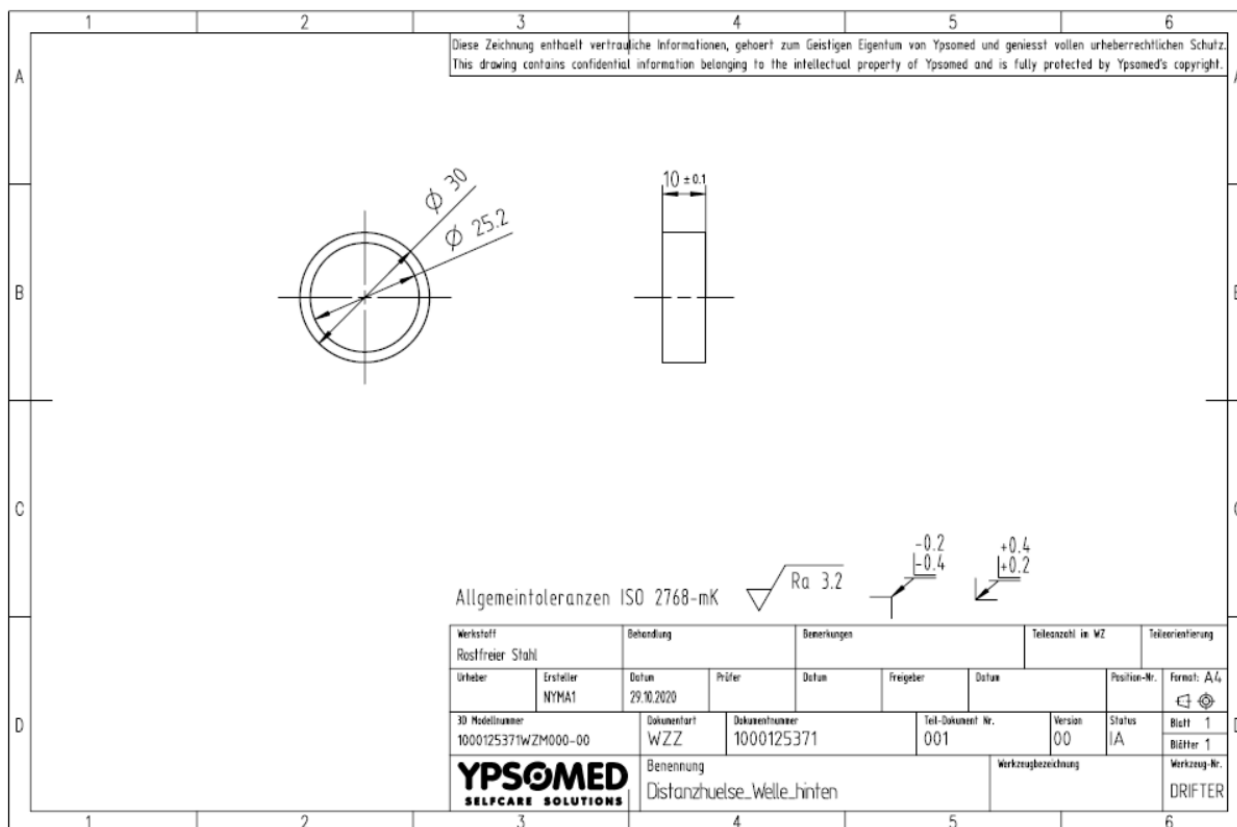












15.11 Quellenverzeichnis und Datenblätter

15.11.1 Berechnungen

Eigene Formelsammlung welche während der Ausbildung geschrieben wurde

Roloff/Matek. Tabellenbuch 23 Auflage

Roloff/Matek Formelsammlung 15 Auflage

15.11.2 Radnabenmotor

<https://www.heinzmann-electric-motors.com/produkte/fahrrad-radnabenmotoren/pr-230>

PRA 230 RADNABENMOTOR





PRA 230 Radnabenmotor

Motordaten

- **Nennndrehzahl:** 420 U/min
- **Nennleistung:** 1,6 kW
- **Nennndrehmoment:** 36,4 Nm
- **Spannung:** 48 V

Weitere Informationen

- [Technische Daten](#)
- [Technische Zeichnung](#)

15.11.3 Bürstenloser Gleichstrommotor

15.11.3.1 Goldenmotor

<https://www.goldenmotor.com/>

1500W BLDC Motor	
BLDC-108	Buy Now



1500W BLDC Motor
BLDC-108

www.goldenmotor.com

48V 1500W
\$142



Detailed parameters	Application Sample
---------------------	--------------------

Model: BLDC-108

1. Voltages: 48Vdc
2. Rated power: 1.5KW
3. Peak power: 3.0KW
4. Speed: 3200-5000rpm
5. Rated torque: 4 Nm
6. Peak torque: 8 Nm
7. Efficiency: >85%
8. Dimensions: 11x10cm
9. Weight: 4.5kgs

[Drawing\(.PDF\)](#)

[3D Drawing\(.STEP\)](#)

[Performance Report \(.xls\)](#)



15.11.3.2 Elektromoped 1600W 48V BLDC

<https://www.elektromoped.at/de/48v-1600-watt-buerstenloser-elektro-motor.html>

Alle ▾

Ihr Warenkorb
0,00 EUR

E-MOBILE BATTERIEN ZUBEHÖR ERSATZTEILE ELECTRIC FARMER WEITERE VERLEIH YOUTUBE ÜBER FREAKYSCOOTER RATENKAUF

Beschreibung **Technische Daten** Lieferumfang Download

TECHNISCHE DATEN BRUSHLESS MOTOR

✓ Motortype	48V brushless
✓ Output	48V 1600 Watt
✓ Maximal Strom (dauerhaft)	ca. 34A
✓ Spitzenstrom (kurzfristig)	ca. 42A
✓ Nenndrehzahl	4600 U/min (RPM)
✓ Gewicht	ca. 4,9kg
✓ Durchmesser	ca. 107mm
✓ Länge Motor	ca. 145mm
✓ Länge Motor komplett mit Ritzel	ca. 170mm
✓ Abstand der Verschraubung	ca. 95mm (M5 Gewinde)

TECHNISCHE DATEN VOM VERBAUTEN RITZEL

✓ Durchmesser außen	ca. 32mm
✓ Durchmesser innen	10mm
✓ Durchmesser Nut	8,5mm
✓ Breite / Stärke	ca. 3mm
✓ Zähne	11

Bürstenlos Motor brushless Tuning 48V 1600W
-30%

Art.Nr.: es16-206
Lieferzeit: ■■■■ ca. 3-4 Tage
(Ausland abweichend)

Controller: ☒ ohne Controller
☐ brushless Controller
(+ 89,90 EUR)

Gasgriff: ☒ ohne
☐ 7pol Eco/Turbo
(+ 24,90 EUR)

UVP 229,00 EUR

Nur 159,00 EUR

inkl. 20% MwSt. zzgl. Versand

–

1

+

IN DEN WARENKORB

Direkt zu

AUF DEN MERKZETTEL

FRAGE ZUM PRODUKT

WICHTIGE INFORMATION!

Sämtliche Bauteile werden vor dem Versand von uns getestet und auf volle Funktion überprüft.

WICHTIGE HINWEISE UND INFORMATIONEN ZU IHREM CONTROLLER BZW. MOTOR!

Bevor Sie die Packung des Controllers öffnen, überprüfen Sie, ob der Controller mit Ihrem Fahrzeug kompatibel ist. Vergleichen Sie hierzu, vorab die Anschlussstecker, die Farben der Anschlüsse und deren Position bzw. der Polung. Wir können bei Fremdfahrzeugen und fremden Anbauteilen, die nicht von uns sind keine Garantie für eine Kompatibilität geben. Verschiedene Hersteller können die Belegungen sowie die Farben anders Ausführen. Für beschädigte Controller und Anbauteile durch einen falschen Anschluss übernehmen wir keine Haftung!

Der Controller wird "ausgepinnt" (mit losen Kabeln) geliefert, somit ist eine einfache Verkabelung am Fahrzeug möglich. Nach Verkabelung müssen die Anschlüsse wieder eingepinnt werden.

ANSCHLUSSBILD ("AUSGEPINNT") GASGRIF & MOTOR



Nach erfolgreicher Verkabelung sollten die Anschlüsse des Gasgriffes und des Motors wie in den folgenden Bildern aussehen. Achten Sie auch beim Anschluss von zusätzlichen Fahrzeugkomponenten (Zündschloss, Bremsen, Licht etc.) darauf, dass die Polungen (bei Komponenten von uns - die Farben aus dem beiliegendem Anschlussplan) übereinstimmen. Wenn Sie sich unsicher sind, bitten wir Sie dies von einem Fachmann durchführen zu lassen. Bei Fremdfahrzeugen ist es sehr ratsam, vorab eine Prüfung der Kabelpolungen durchzuführen.

ANSCHLUSSBILD ("EINGEPINNT") GASGRIF & MOTOR



www.Elektromoped.at

ANSCHLUSSPLAN BÜRSTENLOS MOTOR

Der folgende Anschlussplan bezieht sich auf ein Bürstenlos – Motor Set mit sämtlichen Bauteilen aus unserem Sortiment! Anschlüsse anderer Komponenten können abweichen. Durch falschanschließen können Bauteile kaputt gehen. Wir empfehlen sämtliche Bauteile aus unserem Sortiment zu erwerben!

Der Motor ist mit insgesamt 8 Kabeln belegt. Davon sind 3 Stück dicke Kabel für den Hauptstrom ausgelegt. Grün, Blau und Gelb. Die Steuerleitung für die Hall-Sensoren (Hall-Wire) besteht aus 5 dünnen Kabeln. Rot, Schwarz, Gelb, Blau und Grün



Der passende Bürstenlos Controller hat folgende Anschlüsse:

Batterieanschluss rot + schwarz im schwarzen Plug Indicator an Indicator;
Powerlock an Zündschloss; brake lights an Bremslicht, brake an Bremse; hall-wire an Motor hall-wire Farbe an Farbe; Charge an Ladebuchse
Stalls = Stufenregelung (ECO-Turbo)

MOTOR ANSCHLUSSPLAN RECHTSLAUF (STANDARD)			
Hauptstrom		Hallsensor	
Controller	Motor	Controller	Motor
blau	blau	blau	blau
gelb	gelb	gelb	gelb
grün	grün	grün	grün
		rot	rot
		schwarz	schwarz

MOTOR ANSCHLUSSPLAN LINKSLAUF (UMGEPOLT)			
Hauptstrom		Hallsensor	
Controller	Motor	Controller	Motor
grün	blau	gelb	blau
gelb	gelb	blau	gelb
blau	grün	grün	grün
		rot	rot
		schwarz	schwarz

Achtung! Der Umbau sollte nur von fachkundigem Personal durchgeführt werden!

Hinweis: Es handelt sich bei diesen Teilen um Offroad-Tuning Teile ohne StVO! Benützung auf eigene Gefahr! Wir übernehmen keine Haftung auf Material oder Personenschäden die durch den Umbau auf diese Motorisierung entstehen könnten! Sämtliche Angaben ohne Gewähr! Für entstehende Schäden wird keine Haftung übernommen!

www.Elektromoped.at

15.11.4 Controller 48V 1600W

<https://www.elektromoped.at/de/48v-1600-watt-controller-buerstenlos.html>

Alle ▾

Ihr Warenkorb
0,00 EUR

E-MOBILE BATTERIEN ZUBEHÖR ERSATZTEILE ELECTRIC FARMER WEITERE VERLEIH YOUTUBE ÜBER FREAKYSCOOTER RATENKAUF

Beschreibung **Technische Daten** Lieferumfang Download

TECHNISCHE DATEN

✓ Modell	48V 1600W brushless Controller
✓ Spannung (V)	48V
✓ Maximal Strom (I)	ca. 34A Turbo / 17A ECO
✓ geeignete für Motorleistung	1600W Motoren
✓ Abmessungen l*b*h	ca. 150mm * 86mm * 45mm

ELEKTRONISCHE ANSCHLÜSSE

✓ 48V Akku-Anschluss	rot +, schwarz -
✓ 48V Motoranschluss	blau, grün, gelb
✓ Hall Sensor	
✓ Power Switch / Zündschloss	Schaltet das System Ein / Aus durch überbrücken
✓ Indicator	LED Akkuanzeige vom Gasgriff
✓ Trottle / Gasgriff	
✓ Sport / ECO-Turbo	LED Akkuanzeige vom Gasgriff
✓ Charge / Ladeanschluss	
✓ Brake / Bremse	Ein / Aus durch überbrücken (Motorabschaltung)
✓ Brake Lights / Bremslicht	
✓ Drossel	verbunden gedrosselt, offen max. Leistung

Controller für 48V 1600W brushless Motor

Art.Nr.: es16-207

Lieferzeit: ■■■ ca. 3-4 Tage
(Ausland abweichend)

Gasgriff:

☒ ohne

☐ 7pol Eco/Turbo
(+ 24,90 EUR)

UVP 129,90 EUR

Nur 89,90 EUR

inkl. 20% MwSt. zzgl. [Versand](#)

-

1

+

IN DEN WARENKORB

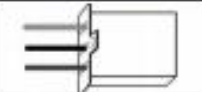
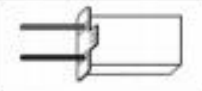
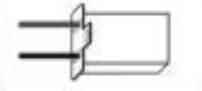
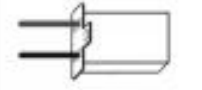
Direkt zu

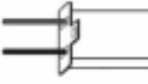
♥

AUF DEN MERKZETTEL

💬

FRAGE ZUM PRODUKT

	Anschlussplan Brushless Motor Controller 48V 1600W Art.No.: es16-207	
	Akkuanschluss <i>Battery</i>	bk / schwarz - rd / rot +
	Motoranschluss <i>Motor</i>	green / grün blue / blau yellow / gelb
	Hall Sensor Anschluss Hall Wire	red / rot - black / schwarz yellow / gelb green / grün blue / blau
	Throttle - Gasgriffanschluss	violett / violett / rt / rot + 5 V black / schwarz - grey / grau / geen / grün 1-4V Signal
	Indicator - Akkustand Anzeige	black / schwarz - orange / orange +
	Charge - Ladeanschluss <i>nur für Bleiakkus</i> <i>only lead acid battery</i>	black / schwarz - red / rot +
	Power switch Power Lock - Zündschloss <i>Schaltet das Sytem ein.</i>	Ein Aus durch überbrücken Jumper red / rot orange / organge
	Brake - Bremslicht	black / schwarz - white / weiß +
	Braking - Bremshebel	Ein Aus durch überbrücken Jumper white / weiß orange / orange +
	ECO-Turbo Stalls	Ein Aus durch Überbrücken Jumper grey / grau black / schwarz
	Drossel	on / off
	ohne Funktion without function	

Gasgriff / Throttle					
Symbolbild	Bezeichnung	Controller	Vers. 1	Vers. 2	EEC
	Throttle	violett / rot / +5v	rot	rot	grün
		black / schwarz -	blau	blau	schwarz
		grau / grün Signal	weiß	weiß	rot
	Indicator	schwarz	grün	grau	
		grün / rot / orange	gelb	grün	
	Eco-Turbo / Sport Stalk Stalls / two speed	braun od. grau	braun	braun	
		schwarz	grau	gelb	

Die Farben von Controller, Gasgriff etc. können variieren und beziehen sich nur auf von uns verkaufte Bauteile. Der Anschluss sollte durch ein fachkundiges Personal erfolgen. Wir geben keine Gewähr auf die Richtigkeit dieser Angaben.

15.11.5 Kette

<https://www.elektromoped.at/de/kettenkit-t8f-dicke-kette-escooter.html>



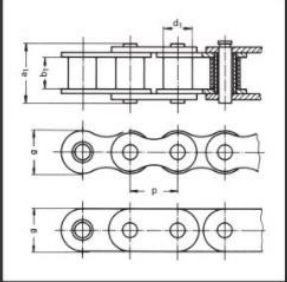
Alle ▾




Ihr Warenkorb
0,00 EUR
 

[E-MOBILE](#)
[BATTERIEN](#)
[ZUBEHÖR](#)
[ERSATZTEILE](#)
[ELECTRIC FARMER](#)
[WEITERE](#)
[VERLEIH](#)
[YOUTUBE](#)
[ÜBER FREAKYSCOOTER](#)
[RATENKAUF](#)

(Die Variable Kette ist fix vermeter ohne Kettenbremse)



Abmessungen der Kette
d1 = 4,6 mm
a1 = 11,5 mm
b1 = 4,7 mm
g = 7,7 mm
p = 8 mm






Kettenkit T8F "dicke" Kette + 1 Kettenschloss
-21%

Art.Nr.: es16-256
Lieferzeit: ■ ■ ■ ca. 3-4 Tage
(Ausland abweichend)

Kettenlänge:

- ☐ 50 Glieder
- ☐ 60 Glieder (+ 2,10 EUR)
- ☐ 70 Glieder (+ 4,20 EUR)
- ☐ 80 Glieder (+ 6,20 EUR)
- ☐ 90 Glieder (+ 8,20 EUR)
- ☒ 100 Glieder (+ 10,30 EUR)
- ☐ 110 Glieder (+ 12,30 EUR)
- ☐ Variable Kette (+ 12,90 EUR)

UVP 45,20 EUR

Nur 35,20 EUR

inkl. 20% MwSt. zzgl. [Versand](#)

-

1

+

IN DEN WARENKORB

Direkt zu

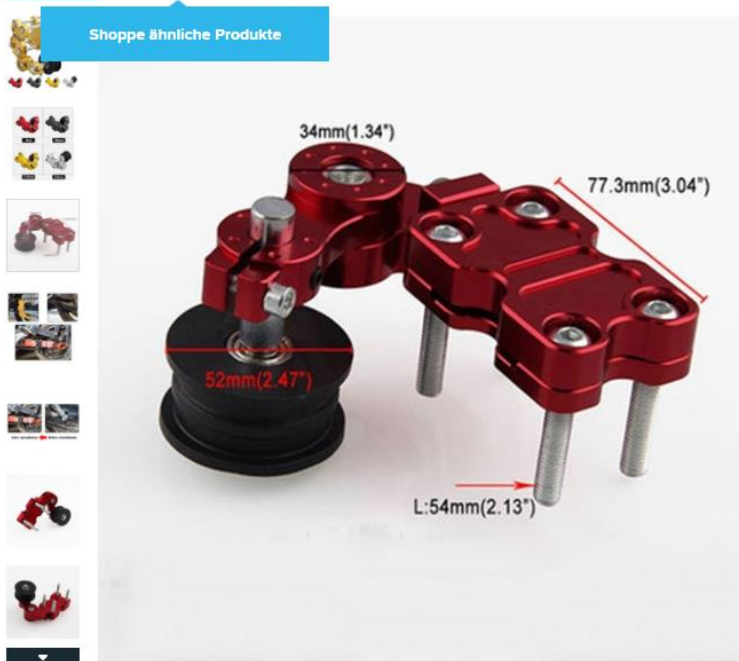


15.11.6 Kettenspanner

https://www.wish.com/product/5ddb79eebd8d564054e03a5d?hide_login_modal=true&from_ad=goog_shopping&display_country_code=CH&force_currency_code=CHF&pid=googleadwords_int&c=%7BcampaignId%7D&ad_cid=5ddb79eebd8d564054e03a5d&ad_cc=CH&ad_lang=DE&ad_curr=CHF&ad_price=8.00&campaign_id=9527731146&retargeting=true&exclude_install=true&gclid=Cj0KCQjwlvT8BRDeARIsAACRFiVYvkJwPdZwJbjQwLSUSPY7sr6bXq3CJ5Aeb4LvbX-vsyioFkWPYUoaAkLOEALw_wcB&share=web

Übersicht

Ähnliche Produkte



CNC Kettenspanner Kette
Automatischer Regler Kettenspanner
Aluminium Regler Kettenspanner
Schraube am Rollenwerkzeug

★★★★★ (1 Bewertungen)

CHF 8 ~~CHF 55~~

Farbe:

Farbe wählen

Kaufen

♥ Zu deiner Wunschliste hinzufügen

15.11.7 Kettenblatt

<https://www.elektromoped.at/de/t8f-54z-kettenrad-escooter.html>



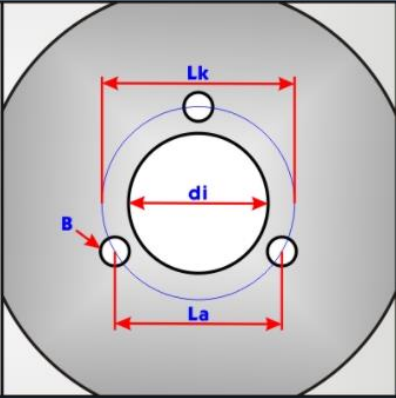
Alle ▾




Ihr Warenkorb
0,00 EUR
 

E-MOBILE BATTERIEN ZUBEHÖR ERSATZTEILE ELECTRIC FARMER WEITERE VERLEIH YOUTUBE ÜBER FREAKYSCOOTER RATENKAUF

✓ Außendurchmesser (Da)	ca. 142mm
✓ Innendurchmesser (di)	29mm
✓ Lochabstand (La)	34mm
✓ Lochkreis (Lk)	40mm
✓ Anschraubbohrung (B)	6,5mm
✓ Breite	ca. 3,8mm
✓ Gewicht	ca. 250g
✓ passend zu Kettenbezeichnung	T8F

T8F-54z Kettenrad hinten mit 54 Zähne für "dicke Kette"

Art.Nr.: es16-024
 Lieferzeit:  ca. 3-4 Tage (Ausland abweichend)

UVP 34,90 EUR
Nur 22,90 EUR
inkl. 20% MwSt. zzgl. Versand

- 1 +

IN DEN WARENKORB

Direkt zu 

 AUF DEN MERKZETTEL
 FRAGE ZUM PRODUKT

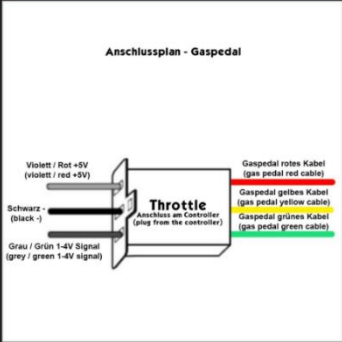
15.11.8 Pedal

<https://www.elektromoped.at/de/gaspedal-elektrofahrzeuge.html>





Anschlussplan - Gaspedal



Gaspedal für Elektrofahrzeuge

Art.Nr.: x001
 Lieferzeit:  ca. 3-4 Tage (Ausland abweichend)

UVP 49,90 EUR
Nur 39,90 EUR
inkl. 20% MwSt. zzgl. Versand

- 1 +

IN DEN WARENKORB

Direkt zu 

 AUF DEN MERKZETTEL
 FRAGE ZUM PRODUKT

Beschreibung **Technische Daten** Lieferumfang

TECHNISCHE DATEN	
✓ Steuerspannung	Rot +5V, Gelb -, Grün 1-4V Signal
✓ Gewicht	ca. 400g
✓ 3 Pol Ausführung	Rot +5V, Gelb -, Grün 1-4V Signal

15.11.9 Zündschloss

<https://www.elektromoped.at/de/zuendschloss-3polig.html>

The screenshot shows the website **www.Elektromoped.at** with a navigation bar including E-MOBILE, BATTERIEN, ZUBEHÖR, ERSATZTEILE, ELECTRIC FARMER, WEITERE, VERLEIH, YOUTUBE, ÜBER FREAKYSCOOTER, and RATENKAUF. The breadcrumb trail is: Startseite » Ersatzteile » Sonstige Bauteile » Zündschloss 3 pol.

The main product image is titled **Zündschloss 3 pol** and shows a black ignition switch with a key and a 3-pin connector. To the left are three smaller images showing different connector types: Zündschloss 3 pol, Zündschloss 3 pol männlich/male, and Zündschloss 3 pol weiblich/female.

Product details on the right:

- Zündschloss 3 pol** (with a -25% discount tag)
- Art.Nr.: es16-030
- Lieferzeit: ca. 3-4 Tage (Ausland abweichend)
- Variante: ☒ weiblich
- UVP 19,90 EUR
- Nur 14,90 EUR** (zzgl. Versand)
- Quantity: 1 (with - and + buttons)
- Buttons: **IN DEN WARENKORB**, **Direkt zu PayPal**, **AUF DEN MERKZETTEL**, **FRAGE ZUM PRODUKT**

15.11.10 ECO / Turbo Schalter

<https://www.elektromoped.at/de/handgas-48v-7pol-eco-turbo.html>

The screenshot shows the website **www.Elektromoped.at** with the same navigation bar. The breadcrumb trail is: Startseite » Ersatzteile » Sonstige Bauteile » Handgas 48V 7pol ECO/Turbo.

The main product image is titled **Handgas mit 3 LED Batteriestatus** and shows a red throttle grip with a 7-pin connector. To the left is a diagram titled **Anschlussbild auf passenden Controller** showing the wiring for Indicator, Sports, and Throttle.

Product details on the right:

- Gasgriff ECO-Turbo 48V 7pol Ausführung** (with a -16% discount tag)
- Art.Nr.: es16-085
- Lieferzeit: ca. 3-4 Tage (Ausland abweichend)
- UVP 29,90 EUR
- Nur 24,90 EUR** (inkl. 20% MwSt. zzgl. Versand)
- Quantity: 1 (with - and + buttons)
- Buttons: **IN DEN WARENKORB**, **Direkt zu PayPal**, **AUF DEN MERKZETTEL**, **FRAGE ZUM PRODUKT**

15.11.11 Antriebsrad

https://cenkoo.de/shop/product_info.php?products_id=696

▼ Details



1 x Komplette Hinterrad(Felge, Reifen, Schlauch) 3 x 10 Zoll für Dirt Bike, Pit Bike, etc.

Hinterrad: 3 x 10

für Achse 15mm.

Nabenstärke: 132mm

für Bremsscheibe: Lochkreisdurchmesser ca. 100mm, Bremsscheibenaufnahme: ca. 76mm

für Kettenrad: Lochkreisdurchmesser ca. 92mm, Kettenradaufnahme: ca. 76mm

passend für CNKO-70 oder ähnliche.

15.11.12 Bremsanlage

https://cenkoo.de/shop/product_info.php?products_id=591

Bremsanlage hinten CENKOO-125,CENKOO-140 Pit Bike,Dirt Bike



36,38 EUR
mit 15 % MwSt. zzgl. Versandkosten
Lieferzeit: 2-3 Tage
Art.Nr.: 529

[Bild vergrößern](#)

Details



Hintere Bremsanlage für Dirt Bike, Pit Bike

besteht aus: Bremszylinder, Bremsleitung ca. 520mm, Bremssattel mit Bremsbelägen.

Bremszylinder: Abstand der Befestigungslöcher ca. 44mm, Durchmesser des Befestigungslochs ca. 6mm
passt für CENKOO-125, CENKOO-140 oder ähnliche.

15.11.13 Bremsscheibe

https://cenkoo.de/shop/product_info.php?products_id=914

▼ Details



Bremsscheibe für Quad, ATV, Dirt Bike, PiT Bike, Mini Bike.

Durchmesser 190mm

Stärke 3,5mm

Innendurchmesser ca.76,20mm

Lochkreis ca.100mm

Durchmesser von Befestigungslöcher ca. 10,50mm

Die Befestigungsbohrungen sind gesänt, für Bundschrauben mit einer Bund.- oder Kopfgröße von ca.16 mm

Passend für CENKOO-70,CRF-50 oder ähnliche.

15.11.14 Quelle Akkumulator:

15.11.14.1 Eigenbau:

https://www.wish.com/product/5d1b207fda639252309dd2fc?from_ad=goog_shopping&_display_country_code=CH&force_currency_code=CHF&pid=googleadwords_int&c=%7BcampaignId%7D&ad_cid=5d1b207fda639252309dd2fc&ad_cc=CH&ad_lang=DE&ad_curr=CHF&ad_price=17.00&campaign_id=9527731146&retargeting=true&qclid=EAlaQobChMI6aSBh8Ok7AIVSBV7Ch0mowoFEAkYBiABEgIAE_D_BwE&hide_login_modal=true&share=mobileweb

https://www.wish.com/product/5ea7e57dc022df4280809adb?from_ad=goog_shopping&_display_country_code=CH&force_currency_code=CHF&pid=googleadwords_int&c=%7BcampaignId%7D&ad_cid=5ea7e57dc022df4280809adb&ad_cc=CH&ad_lang=DE&ad_curr=CHF&ad_price=7.00&campaign_id=9527731146&retargeting=true&qclid=EAlaQobChMIoPTa1Mak7AIVDiwYCh0omQbHEAkYBiABEgKvVfD_BwE&hide_login_modal=true&share=mobileweb

https://www.banggood.com/de/SUNKKO-737G-220V-Battery-Spot-Welder-Hand-Held-Welding-Machine-with-Pulse-Current-Display-p-1648717.html?gmcCountry=CH¤cy=CHF&createTmp=1&utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_union&utm_content=xibei&utm_campaign=xibei-ssc-ch-all-0302&ad_id=335425462007&qclid=EAlaQobChMI1LCP3Mek7AIVBrp3Ch1VfwplEAKYASABEgJtZfD_BwE&cur_warehouse=CN

https://www.wish.com/product/5ea7907d2b294e20ea1e9a5d?from_ad=goog_shopping&_display_country_code=CH&force_currency_code=CHF&pid=googleadwords_int&c=%7BcampaignId%7D&ad_cid=5ea7907d2b294e20ea1e9a5d&ad_cc=CH&ad_lang=DE&ad_curr=CHF&ad_price=3.00&campaign_id=9527731146&retargeting=true&qclid=EAlaQobChMI9-jaw8mk7AIVldwYCh2eYQH6EAKYBiABEgI3AvD_BwE&hide_login_modal=true&share=mobileweb

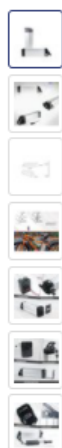
https://www.wish.com/product/35-x-mixed-mini-flachsicherung-auto-auto-motorrad-5-75-10-15-20-25-30-amp-5e0e01264b8a2600cbc70f52?hide_login_modal=true&share=mobileweb

<https://www.18650akkus.de/ABS-Gehaeuse-Battery-Storage-Box-Lithium-Battery-Case-fuer-68x-18650-Zellen-10S6P-13S5P-17S4P-478-x-90-x59mm-schwarz>

15.11.14.2 E-BIKE AKKU 48V 12,5AH 600WH

<https://www.akkushop-24.de/E-Bike-Akku-48V-125Ah-600Wh-Lithium-Ionen-Sattelrohrakku-incl-BMS-Ladegeraet-Prophete>

E-BIKE AKKU 48V 12,5AH 600WH LITHIUM-IONEN SATTELROHRAKKU INCL. BMS & LADEGERÄT PROPHETE



Artikelnummer: 515 Power

Kategorie: Sattelrohrakkus

319,00 €

sofort verfügbar

inkl. 16% USt., inkl. Versand

UVP des Herstellers: 399,00 €
(Sie sparen 20,05%, also 80,00 €)

1 In den Warenkorb

amazon pay >>
NUTZEN SIE IHR AMAZON-KONTO

Direkt zu **PayPal**

Wunschzettel Vergleichsliste

Frage zum Produkt



akkushop24
★★★★★ 5,00 / 5,00
Ausgezeichnet
Identität verifiziert
Gewertungsgrundlage: dieses
Anbietet und 4 Verkaufsplattformen



ebay Alles ist gut

ebay Five stars ebayer

ebay Top

Trustpilot

BESCHREIBUNG PRODUKT TAGS

Lithium-Ionen E-Bike Sattelrohrakku 48V 12,5Ah (600Wh)

- Spannung: 48V
- Kapazität: 12,5Ah
- Energie: 600Wh
- LiCoNiyMnzO2 Akku
- 18650 Lithium Ionen Zellen
- Gewicht: 4kg
- Eingebautes BMS Batterie Management System
- ca. 800-1000 Ladezyklen möglich
- Temperatur- und Überladeschutz
- Ein- und Ausschalter am Akku
- Maße: 39 x 75 x 11 cm
- max. Dauerentladestrom: 25A
- max. Spitzenentladestrom: 75A (1-3 Sekunden)
- Abschaltspannung: 35,75V
- Ladespannung: 54,6V

Lieferung

- Akku 48V 12,5Ah
- Powerkabel
- Halterung
- 2 Schlüssel
- Ladegerät 54,6V 2A

24 Monate gesetzliche Gewährleistung

Die Akkus dürfen nicht in Serie oder parallel betrieben werden.

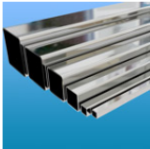
Bitte überprüfen Sie, ob Ihr Akku für Ihren Motor geeignet ist.

Für falsche Verwendung übernehmen wir keine Gewährleistung oder Haftung!

Ladestecker:	XLR/3Pin
Spannung:	48V
Energie (Wh):	600
Ladegerät:	2A
Batterieart:	Lithium-Ionen (Li-Ion)
BMS Dauerstrom:	25A
Akkumodell:	Sattelrohr
Kapazität:	12,5Ah
Versandgewicht:	4,99 Kg
Artikelgewicht:	4,00 Kg
Abmessungen (Länge × Breite × Höhe):	39,00 × 11,00 × 7,50 cm

15.11.15 Rohmaterial Rahmen

https://edelstahl-express.de/online-shop/shopping_cart.php

Artikelbild	Artikel	Preis	Anzahl	Entfernen
	Quadratrohr 40x40x3 mm, Edelstahl (V2A) 1.4301, roh (unbearbeitet) - Länge: 2000mm (+42,85€) (21,43€ pro lfd. Meter) - Sägeschnitt: gerade 90 Grad (+0,50€)	130,05€ inkl. 16% MwSt. zzgl. Versand	3	 Aktualisieren 

15.11.16 Flanschlagereinheit

<https://www.maedler.ch/Article/64201520>

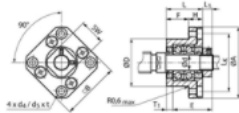


[Produkte](#)
[Standorte](#)
[Über uns](#)
[Team](#)
[Downloads](#)
[Kataloganforderung](#)
[Messetermine](#)
[Presse](#)
[Newsletter](#)
[Videos](#)

Warenkorb
Keine Positionen vorhanden

Sprache
Deutsch

Flanschlagereinheit FK 20 Bohrung 20mm Gehäuse aus Stahl vernickelt




Werkstoff: Gehäuse aus Stahl, allseitig bearbeitet, vernickelt. Mit hochwertigen Kugellagern aus Japan.

Einbaufertiges Gehäuselager für Trapez- und Kugelgewindetriebe, für die Festlagerseite. Mit zwei leicht vorgespannten Schrägkugellagern und Dichtungen. Größe FK06 und FK08 nur einseitig abgedichtet, an der zylindrischen Seite. Mit 4 Befestigungsbohrungen. Lieferung inkl. Distanzbuchsen und Feststellmutter. Standardabmessungen, daher auch als Ersatz für Gehäuselager anderer Anbieter geeignet. Endenbearbeitung der Spindel auf Anfrage. Passendes Lager für die Loslagerseite: Flanschlagereinheit FF.

Hinweise zu der benötigten Endenbearbeitung der Spindel finden Sie auf der Katalogseite, die Sie über nachfolgenden Link aufrufen können.

Service:
[Katalogseite](#)
[Zusätzliche Informationen](#)
[CAD Daten](#)

Die angebotenen CAD-Daten, Abbildungen und technischen Zeichnungen werden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Dennoch kann keine Gewährleistung für die Fehlerfreiheit und Genauigkeit dieser Daten übernommen werden.

Artikelnr.: 64201520

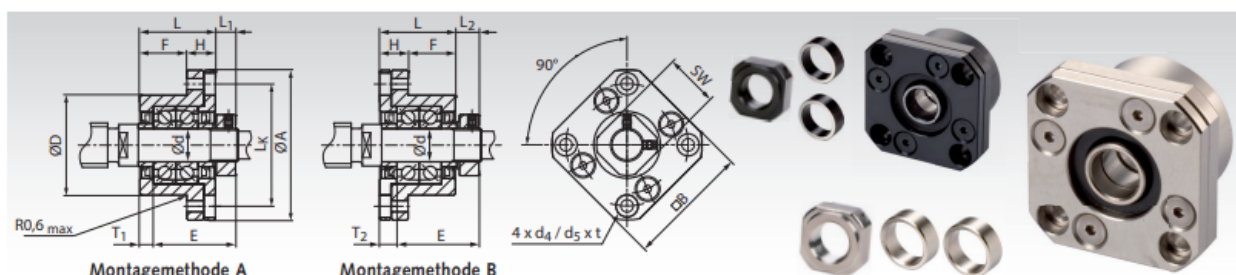


Staffelpreis in CHF pro STK:

1	5	10	25	50
144,15	136,95	129,73	122,51	115,3

Typ	FK 20
d [mm]	20
L [mm]	52
H [mm]	22
F [mm]	30
E [mm]	50
D ⁹⁰ [mm]	57
A [mm]	85
L ₁ [mm]	70
B [mm]	68
L ₁ [mm]	7,8
T ₁ [mm]	10
L ₂ [mm]	12
T ₂ [mm]	14
d ₄ [mm]	6,5
d ₅ [mm]	11
t [mm]	10
SW [mm]	30
Gewicht [kg]	1,09

Flanschlagerereinheiten FK, für Festlagerseite



Werkstoff: Gehäuse aus Stahl, allseitig bearbeitet, wahlweise brüniert oder vernickelt. Mit hochwertigen Kugellagern aus Japan.

Einbaufertiges Gehäuselager für Trapez- und Kugelgewindetriebe, für die Festlagerseite. Mit zwei leicht vorgespannten Schrägkugellagern und Dichtungen.

FK06 und FK08 nur einseitig abgedichtet, an der zylindrischen Seite. Mit 4 Befestigungsbohrungen. Lieferung inkl. Distanzbuchsen und Feststellmutter. Standardabmessungen, daher auch als Ersatz für Gehäuselager anderer Anbieter geeignet.

Endenbearbeitung der Spindel auf Anfrage (siehe Seite 417). Passendes Lager für die Loslagerseite: Flanschlagerereinheit FF.

Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 642 005 06, Flanschlagerereinheit FK 6, Bohrung 6mm, brüniert

Artikel-Nr. brüniert	Artikel-Nr. vernickelt	Typ	d mm	L mm	H mm	F mm	E mm	D ⁶⁶ mm	A mm	L _k mm	B mm	L ₁ mm	T ₁ mm	L ₂ mm	T ₂ mm	d ₄ mm	d ₅ mm	t mm	SW mm	Gewicht kg
642 005 06	642 015 06	FK 06	6	20	7	13	22	22	36	28	28	5,5	3,5	6,5	4,5	3,4	6	3,3	12	0,08
642 005 08	642 015 08	FK 08	8	23	9	14	26	28	43	35	35	7,0	4	8	5	3,4	6	3,3	14	0,15
642 005 10	642 015 10	FK 10	10	27	10	17	29,5	34	52	42	42	7,3	5	8,5	6	4,5	8	4	16	0,21
642 005 12	642 015 12	FK 12	12	27	10	17	29,5	36	54	44	44	7,3	5	8,5	6	4,5	8	4	19	0,22
642 005 15	642 015 15	FK 15	15	32	15	17	36	40	63	50	52	9,8	6	12	8	5,5	9,5	6	22	0,39
642 005 17	642 015 17	FK 17	17	45	22	23	47	50	77	62	61	11,0	9	14	12	6,6	11	10	24	0,85
642 005 20	642 015 20	FK 20	20	52	22	30	50	57	85	70	68	7,8	10	12	14	6,5	11	10	30	1,09
642 005 25	642 015 25	FK 25	25	57	27	30	60	63	98	80	79	12,8	10	20	17	9	15	13	35	1,49
642 005 30	642 015 30	FK 30	30	62	30	32	61	75	117	95	93	10,8	12	17	18	11	17,5	15	40	2,32

15.11.17 Lenkrad

<https://kleiner-bewegt.ch/CRAZY-CART-LENKRAD-MIT-SCHRAUBE>



CRAZY CART - LENKRAD MIT SCHRAUBE

Artikelnummer:
W25143499039

CrazyCart Lenkrad mit Schraube

Kategorie: CRAZY CART CLASSIC

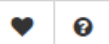
39,00 CHF

Lieferzeit: 2 - 3
Werktage

Endpreis*, zzgl. Versand

1

In den Warenkorb



Beschreibung

Produkt Tags

CrazyCart Lenkrad mit Schraube

15.11.18 Rollen

<https://www.blickle.de/produkt/LK-SE-80K-754870>

Stahlblech-Lenkrolle, schwere Ausführung, mit Anschraubplatte, Schwerlast-Rad mit Elastik-Vollgummireifen "Blickle EasyRoll", mit Polyamid-Radkörper

Gehäuse:

Aus starkem Stahlblech gepresst, mit zweifacher Kugellagerung im Drehkranz, mit Drehkranzabdichtung. Die spezielle dynamische Blickle-Vernietung des Drehkranzes bewirkt ein minimales Drehkranzspiel bei leichtgängigem Lauf und eine hohe Lebensdauer durch die Kaltverfestigung der Kugellaufbahnen. Radachse verschraubt. Galvanisch verzinkt, blau passiviert, Cr6-frei.

Rad:

Aus hochwertigem Elastik-Vollgummi in Leichtlaufqualität "Blickle EasyRoll", sehr hoher Fahrkomfort, geräuscharmer Lauf, geringer Rollwiderstand, sehr bodenschonend, auf den Radkörper aufvulkanisiert.

Laufbelag / Reifen: Aus hochwertigem Elastik-Vollgummi in Leichtlaufqualität "Blickle EasyRoll".

Radkörper / Felge: Aus hochwertigem, bruchfestem und verstärktem Polyamid 6. Reifen aufvulkanisiert.

Radkörperfarbe: anthrazit

Technische Daten			Anzeige in:
			mm / Kg / °C ✓
Plattengröße		100 x 85	
Schraublochentfernung		80 x 60	
Schraubloch-Ø		9	
Rad-Ø		80 mm (D)	
Reifenbreite		45 mm (T2)	
Tragfähigkeit		200 kg	
Gesamthöhe		110 mm (H)	
Ausladung Lenkrolle		40 mm	
Stückgewicht		1,2 kg	
Temperaturbeständigkeit		-25 ° C	
Temperaturbeständigkeit bis		80 ° C	
Belagshärte		65° Shore A	
Lagerart		Kugellager	

15.11.19 Rohmaterial Handhebel

https://www.fixmetall-shop.com/netGen/netGen.pl?lang=de&action=shop_kat&kategorie=102&produkttyp=rundrohre

20 x 2	Rohr4301, geschweisst, RD 20 x 2 mm	0,89 kg	600	mm	1	8,07 €	
21.30 x 2	Rohr4301, geschweisst, RD 21,3 x 2,0 mm	0,96 kg		mm		0,00 €	

15.11.20 Griff

https://www.lightinthebox.com/de/p/top-selling-22mm-protaper-universal-lenkergriffe-fuer-honda-yamaha-dirt-pit-pocket-bike-motocross_p1272501.html?currency=CHF&litb_from=paid_adwords_shopping&sku=16916&country_code=ch



Yamaha Dirt Pit Pocket Bike Motocross #C

★★★★★ 5 | 15 Bewertet | 1394 verkauft

CHF 16.71 ~~CHF 19.06~~ **26% RABATT**

Belohnung Holen Sie sich zusätzliche 1% Cash Prämien

Farbe: Rot






Menge:

—
1
+

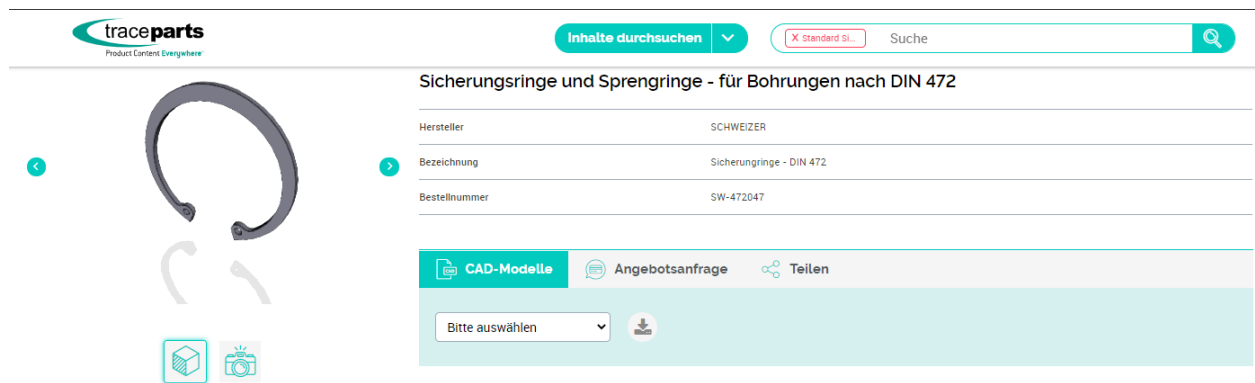
In den Warenkorb  161

Bearbeitungs Zeit: 2-5 Werktage
Lieferzeit: Expressversand 3-9 Werktage



15.11.21 Sicherungsringe

<https://www.traceparts.com/de/product/schweizer-sicherungsringe-din-472?CatalogPath=TRACEPARTS%3ATP01001011002001&Product=33-03052019-093463>



traceparts
Product Content Everywhere

Inhalte durchsuchen Suche

Sicherungsringe und Sprengringe - für Bohrungen nach DIN 472

Hersteller	SCHWEIZER
Bezeichnung	Sicherungsringe - DIN 472
Bestellnummer	SW-472047

CAD-Modelle **Angebotsanfrage** **Teilen**

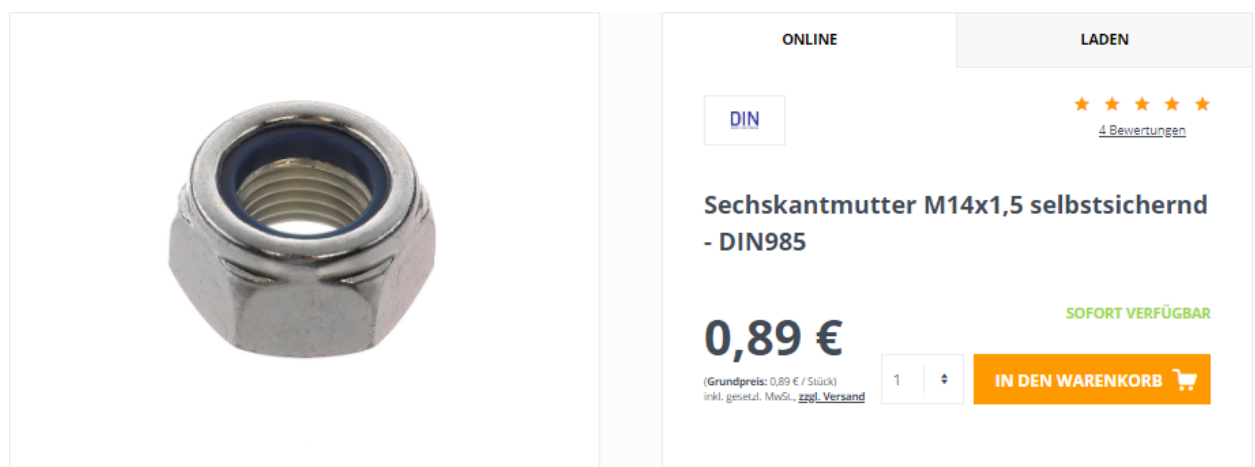
Bitte auswählen

Produktauswahl

Typ	Materialdicke t [mm]	Bohrung Durchmesser D [mm]
SW-472038	1.5	38
SW-472039	1.5	39
SW-472040	1.75	40
SW-472041	1.75	41
SW-472042	1.75	42
SW-472043	1.75	43
SW-472044	1.75	44
SW-472045	1.75	45
SW-472046	1.75	46
SW-472047	1.75	47

15.11.22 Selbstsichernde Sechskantmutter M14x1,5

<https://www.akf-shop.de/pflege-wartung/normteile/muttern/sechskantmutter-m14x1-5-selbstsichernd-din985/>



ONLINE **LADEN**

DIN **★★★★★**
4 Bewertungen

Sechskantmutter M14x1,5 selbstsichernd - DIN985

0,89 € **SOFORT VERFÜGBAR**

(Grundpreis: 0,89 € / Stück)
inkl. gesetzl. MwSt., zzgl. Versand

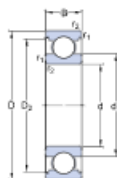
1

15.11.23 Rillenkugellager

<https://www.skf.com/ch/de/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-6005>

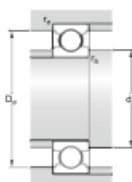
Technische Spezifikationen

☒ Metric ☐ Imperial



ABMESSUNGEN

d	25 mm
D	47 mm
B	12 mm
d ₁	≈ 32 mm
D ₂	≈ 42.2 mm
r _{1,2}	min. 0.6 mm



ANSCHLUSSMASSE

d _a	min. 28.2 mm
D _a	max. 43.8 mm
r _a	max. 0.6 mm

BERECHNUNGSDATEN

Dynamische Tragzahl	C	11.9 kN
Statische Tragzahl	C ₀	6.55 kN
Ermüdungsgrenzbelastung	P ₀	0.275 kN
Referenzdrehzahl		32000 r/min
Grenzdrehzahl		20000 r/min
Berechnungsfaktor	k _r	0.025
Berechnungsfaktor	f ₀	14

15.11.24 Kartsitz

<https://www.keep-racing.de/kartsitz-sitzschale-schwarz-kunststoff-groesse-xxl-7198-1224>



Sicher
einkaufen



Schneller
Versand



Kostenlose Beratung
02473/9370480

Beschreibung

Weitere Details

Kartsitz, Sitzschale schwarz, Kunststoff, Größe XXL

Rückenmaß: 40cm

Hüftmaß: 35cm

Oberschenkelmaß: 45cm

Diese Sitzschale verfügt über zusätzliche Verstärkungen im Rückenbereich, sowie an den Verschraubungspunkten, was ein zu schnelles Ausbrechen/Beschädigungen an den Bohrlöchern vermindert.

15.12 Kontakt mit SUVA

https://www.suva.ch/de-ch/allgemein/kontakt?topic=4251958B937248108702A00BE0A9C45B

Kontakt DE Anmelden

suva

Prävention
Unfall
Versicherung
Die Suva

Q

Land

Schweiz

Telefonnummer *

+

41

79 727 53 05

E-Mail *

nyffi_18@hotmail.com

Betreff *

Sicherheitsvorschriften Crazy Drifter

Nachricht (max. 1'000 Zeichen) *

Guten Tag

Ich mache eine Diplomarbeit für eine höhere Fachschule und entwickle ein Fahrzeug (ähnlich wie der crazy Drifter, siehe Internet). Nun möchte ich die Sicherheitsvorschriften seitens suva ausfindig machen damit ich diese in die Risikoanalyse und Konstruktion miteinfließen kann.

Das Fahrzeug wird für ca 35km/h ausgelegt.

Bei Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Vielen Dank für die rasche Antwort.

Freundliche Grüsse

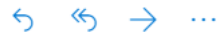
Marcel Nyffeler

Anfrage Sicherheitsvorschriften Crazy Drifter



Zurbrugg Pascal <p.zurbruegg@bfu.ch>

Di, 29.09.2020 09:28



An: Sie

Sehr geehrter Herr Nyffeler

Produkte dürfen in der Schweiz nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie gemäss Art. 3 des Bundesgesetzes vom 12. Juni 2009 über die Produktesicherheit (PrSG, SR 930.11) bei normaler oder bei vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und die Gesundheit der Verwenderinnen und Verwender und Dritter nicht oder nur geringfügig gefährden. Weiter müssen sie den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen im Sinne von Art. 4 PrSG entsprechen, oder, wenn keine solchen Anforderungen festgelegt worden sind, nach dem Stand des Wissens und der Technik hergestellt worden sein.

Diese Vorschrift trifft auch auf Ihr Produkt zu, sobald Sie dieses in der Schweiz gewerblich in Verkehr bringen wollen.

Sofern das Trendfahrzeuge elektrisch angetrieben ist (wie das erwähnte Produkt Crazy Drifter) handelt es sich bei diesen Fahrzeugen mit grosser Wahrscheinlichkeit um eine Maschine nach Art. 1 der Maschinenverordnung (MaschV, SR 819.14). Die für Maschinen geltenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen sind festgelegt in Art. 2 Abs. 1 Bst. b MaschV i. V. m. Art. 5 Abs. 1 Bst. a EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, i. V. m. Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und enthalten nebst sicherheitsrelevante technische Anforderungen auch formelle Vorschriften, z. B. bezüglich dem Konformitätsbewertungsverfahren, Risikobewertung, Inhalt der Benutzerinformation, Kennzeichnung, etc.

Allenfalls können Ihnen Normen (welche tw. zur MaschV harmonisiert sind) helfen, den Nachweis zu erbringen, dass Ihr Produkt die geltenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen erfüllt. Normen können Sie bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung SNV erwerben.

Maschinen werden in der Schweiz nach dem sog. New Approach in Verkehr gebracht. D. h. es liegt in der Verantwortung des Herstellers (Importeurs), dass die Produkte im Zeitpunkt des Inverkehrbringens alle Vorschriften nachweislich erfüllen. Unsere Aufgabe als Marktüberwachungsbehörde ist nur die nachträgliche stichprobenweise Kontrolle (Art. 22 PrSV, SR 930.111) anhand der vorliegenden Nachweise, Produktkontrollen oder Prüfungen.

Sollten Sie zum Konformitätsbewertungsverfahren von Maschinen weiter Informationen benötigen bitten wir Sie, sich an entsprechende Experten zu wenden. Es ist uns untersagt, Sie in dieser Frage spezifisch zu beraten.

Wenn Ihr Produkt die geltenden Vorschriften des Produktesicherheitsgesetzes erfüllt, ist damit die Frage noch nicht geklärt, ob dieses Produkt auch im öffentlichen Raum, insbesondere im Strassenverkehr verwendet werden darf. Dazu muss das Produkt auch die Anforderungen des Strassenverkehrsgesetzes, insbesondere der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS, SR 741.41) erfüllen. Die Strassenverkehrsgesetzgebung liegt jedoch ausserhalb unseres Zuständigkeitsbereiches.

Freundliche Grüsse
Pascal Zurbrugg

[Vernunft rauf, Speed runter – jetzt Web-Serie ansehen.](#)

Beratungsstelle
für Unfallverhütung

15.13 Kontakt mit Heinzmann

https://www.heinzmann-electric-motors.com/kontakt/kontaktformular

HEINZMANN Unternehmen Produkte Systemlösungen Anwendungen Karriere News Kontakt Downloads

Betreff: Einkauf

Ihre Mitteilung:

Guten Tag

Ich mache eine Diplomarbeit für eine höhere Fachschule und entwickle ein Fahrzeug (ähnlich wie crazy Drifter, siehe Internet). Nun bin ich auf der Suche nach einem geeigneten Antrieb. Ich möchte mein Fahrzeug mit einem Radnabenmotor PRA 230 antreiben. Der Motor mit schlauch und Reifen sollte ca 11" Gross sein. Hier meine errechneten Daten:

Max Eigengewicht mit Person = 220kg
 Fahrzeug wird für 35km/h ausgelegt.
 Rollwiderstand ca 107.91N
 Luftwiderstand ca 29.318N
 Leistungskonstant 35km/h fahren ca 1.569kW
 Drehmoment 35km/h fahren ca 22.553Nm
 Beschleunigung 0-35km/h in 8s ca 1.528kW
 Beschleunigung 0-20km/h in 2.6s ca 1.533kW
 Beschleunigungsmoment ca 43.94Nm
 Drehmoment für 15% mit 35km/h ca 52.645 Nm

Nun die Frage an die Spezialisten:
 Welchen Motor Empfehlen Sie mir? auch der PRA230?
 Oder gibt es noch andere alternativen?
 Senden Sie mir bitte das Datenblatt sowie die 3D Daten (am liebsten Parasolid oder stp) vom PRA230 und das von Ihnen empfohlenen Model.
 Verkaufen Sie auch das zubehör wie Akkumulator, Scheibenbremse und Controller?
 Mit was für Kosten muss ich etwa rechnen mit Versand in die Schweiz?

Wenn Sie Fragen haben können Sie mich jeder Zeit anrufen (+4179 727 53 05) oder eine E-Mail schreiben nyffl_18@hotmail.com

Vielen Dank für die rasche Antwort.

Freundliche Grüsse

Anrede: Herr Vorname: Marcel Nachname: Nyffeler

E-Mail: nyffl_18@hotmail.com Telefon: 079 727 53 05

Firma: Position: Techniker/-in

Von: marcel nyffeler

Gesendet: Donnerstag, 1. Oktober 2020 15:48

An: info@heinzmann.de <info@heinzmann.de>

Betreff: Auslegung Motor PRA230?

Guten Tag

Ich habe noch keine Antwort zu meiner Frage erhalten (siehe Bild unten). Im Anhang finden Sie das Fahrzeug welches ich nachbauen möchte.

Ich freue mich über eine rasche Antwort. Vielen Dank!

https://www.heinzmann-electric-motors.com/kontakt/kontaktformular

HEINZMANN Unternehmen Produkte Systemlösungen Anwendungen Karriere News Kontakt Downloads

Betreff: Einkauf

Ihre Mitteilung:

Guten Tag

Ich mache eine Diplomarbeit für eine höhere Fachschule und entwickle ein Fahrzeug (ähnlich wie crazy Drifter, siehe Internet). Nun bin ich auf der Suche nach einem geeigneten Antrieb. Ich möchte mein Fahrzeug mit einem Radnabenmotor PRA 230 antreiben. Der Motor mit schlauch und Reifen sollte ca 11" Gross sein. Hier meine errechneten Daten:

Max Eigengewicht mit Person = 220kg
 Fahrzeug wird für 35km/h ausgelegt.
 Rollwiderstand ca 107.91N
 Luftwiderstand ca 29.318N
 Leistungskonstant 35km/h fahren ca 1.569kW
 Drehmoment 35km/h fahren ca 22.553Nm
 Beschleunigung 0-35km/h in 8s ca 1.528kW
 Beschleunigung 0-20km/h in 2.6s ca 1.533kW
 Beschleunigungsmoment ca 43.94Nm
 Drehmoment für 15% mit 35km/h ca 52.645 Nm

Nun die Frage an die Spezialisten:
 Welchen Motor Empfehlen Sie mir? auch der PRA230?
 Oder gibt es noch andere alternativen?
 Senden Sie mir bitte das Datenblatt sowie die 3D Daten (am liebsten Parasolid oder stp) vom PRA230 und das von Ihnen empfohlenen Model.
 Verkaufen Sie auch das zubehör wie Akkumulator, Scheibenbremse und Controller?
 Mit was für Kosten muss ich etwa rechnen mit Versand in die Schweiz?

Wenn Sie Fragen haben können Sie mich jeder Zeit anrufen (+4179 727 53 05) oder eine E-Mail schreiben nyffl_18@hotmail.com

Vielen Dank für die rasche Antwort.

Freundliche Grüsse

Anrede: Herr Vorname: Marcel Nachname: Nyffeler

E-Mail: nyffl_18@hotmail.com Telefon: 079 727 53 05

Firma: Position: Techniker/-in

An das Telefon gehen Sie auch nicht!

B-TMA-17-T-a

Seite 155 von 171

15.14 Kontakt mit E-wheels.ch

Von: marcel nyffeler <nyffi_18@hotmail.com>

Gesendet: Freitag, 2. Oktober 2020 17:13

An: mail@e-wheels.ch

Betreff: Anfrage E-Motor

Guten Tag

Ich mache eine Diplomarbeit bei der höheren Fachschule Teko. Ich entwickle ein ähnliches Fahrzeug wie der Crazy Drifter (siehe Anhang). Nun bin ich auf der Suche nach einem Radnabenmotor.

Verkaufen Sie auch Motoren?

Ich bin auf der Suche nach:

Leistung 1,5kW

Nennndrehmoment von ca. 15 N

Spitzendrehmoment von ca. 60Nm

Grösse Rad 11Zoll (am besten Motor im Rad oder an Felge Montierbar)

Gesamtgewicht max 220Kg

max Geschwindigkeit Drifter ca 50 km/h

Verkaufen Sie auch den dazu passenden Akkumulator?

U = 48 V

Kapazität Cn ca 20Ah

Imax ca 80A

Was empfehlen Sie mir?

Wenn Sie mir eine Empfehlung machen können Sie auch gerade das Datenblatt und die 3D Daten hinzufügen?

Vielen Dank!

Freundliche Grüsse

Marcel Nyffeler



info@e-wheels.ch

Sa, 03.10.2020 09:21

An: Sie



Guten Tag Herr Nyffeler

Wir sind leider nur Händler von den E Scooter und verkaufen auch keine Einzelteile.

Wünsche Ihnen viel Erfolg mit Ihrem Projekt.

Freundliche Grüsse

Andi Oehler

e-Wheels

Grundstrasse 10

6343 Rotkreuz

15.15 Kontakt mit Haso-velo.ch

Von: marcel nyffeler <nyffi_18@hotmail.com>

Gesendet: Freitag, 2. Oktober 2020 16:33

An: nfo@haso-velo.ch <nfo@haso-velo.ch>

Betreff: WG: Auslegung Motor PRA230?

Guten Tag

Wie vorhin besprochen sende ich die E-Mail noch an Ihnen weiter. Damit Sie mir noch den anderen Kontakt senden können.

Vielen Dank!

Freundliche Grüsse

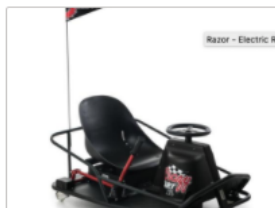
Marcel Nyffeler



Haso Velo <info@haso-velo.ch>

Mo, 05.10.2020 20:02

An: Sie



hallo herr nyffeler

hier können sie sich wegen des motors erkundigen:

Frei Technik – Ruedi Frei

Amriswilerstrasse 68A, CH-8589 Sitterdorf

071/422 46 56

www.frei-technik.ch

frei@frei-technik.ch

Herzliche Grüsse!

Felix Eger

Haso's Velo & Rehatech

Tösstalstr. 96,

CH-8496 Steg/Fischenthal ZH,

Schweiz

Nach dem Telefonat mit Ruedi Frei war klar, dass auch dieser Velohändler kein passender Radnabenmotor hat.

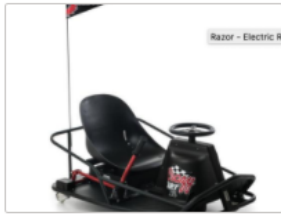
15.16 Kontakt mit Hermap



marcel nyffeler

Fr, 02.10.2020 17:17

An: info@hermap.ch



Guten Tag

Ich mache eine Diplomarbeit bei der höheren Fachschule Teko. Ich entwickle ein ähnliches Fahrzeug wie der Crazy Drifter (siehe Anhang). Nun bin ich auf der Suche nach einem Radnabenmotor.

Verkaufen Sie auch Motoren?

Ich bin auf der Suche nach:

Leistung 1,5kW

Nenn Drehmoment von ca. 15 N

Spitzendrehmoment von ca. 60Nm

Grösse Rad 11Zoll (am besten Motor im Rad oder an Felge Montierbar)

Gesamtgewicht max 220Kg

max Geschwindigkeit Drifter ca 50 km/h

Verkaufen Sie auch den dazu passenden Akkumulator?

U = 48 V

Kapazität Cn ca 20Ah

Imax ca 80A

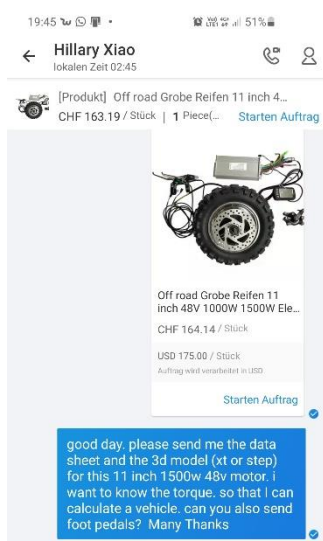
Was empfehlen Sie mir?

Wenn Sie mir eine Empfehlung machen, können Sie auch gerade das Datenblatt und die 3D Daten hinzufügen?

Hier bekam ich keine Antwort.

15.17 Kontakt mit Alibaba

1



2



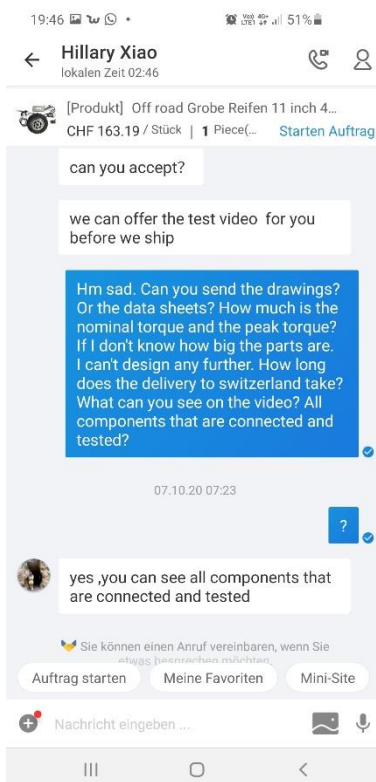
3



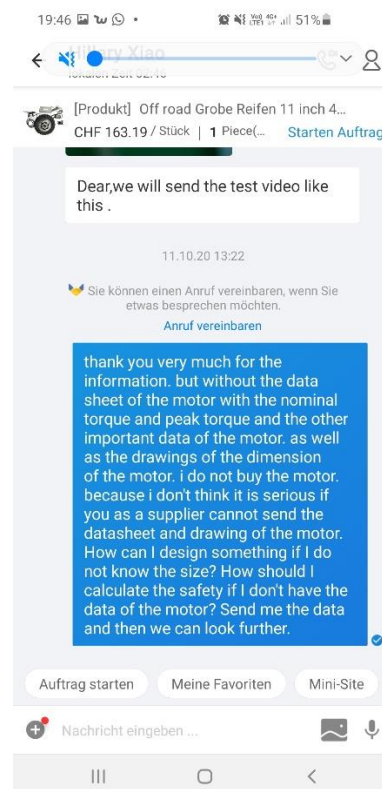
4



5

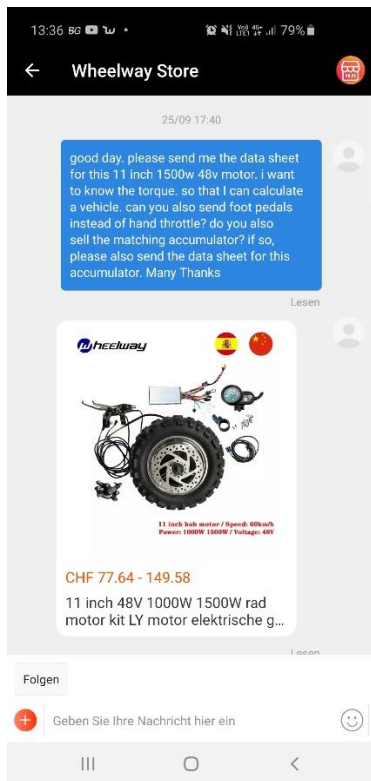


6

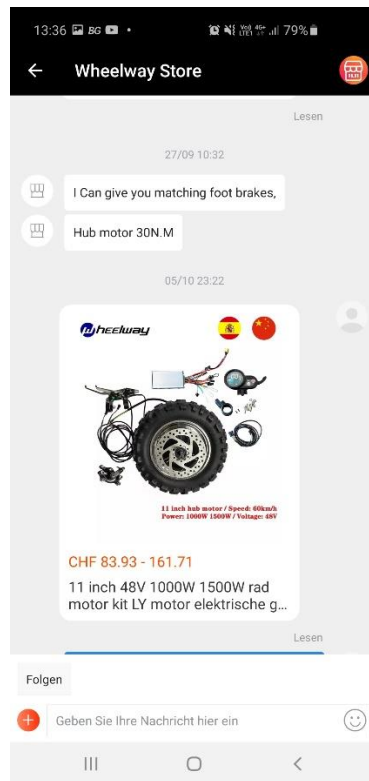


15.18 Kontakt mit Ali Express

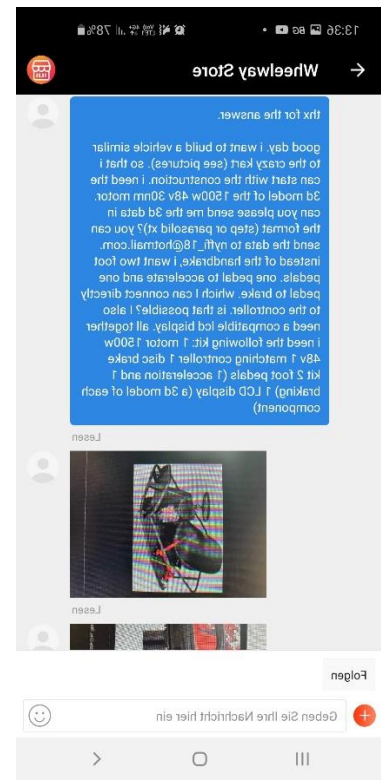
1



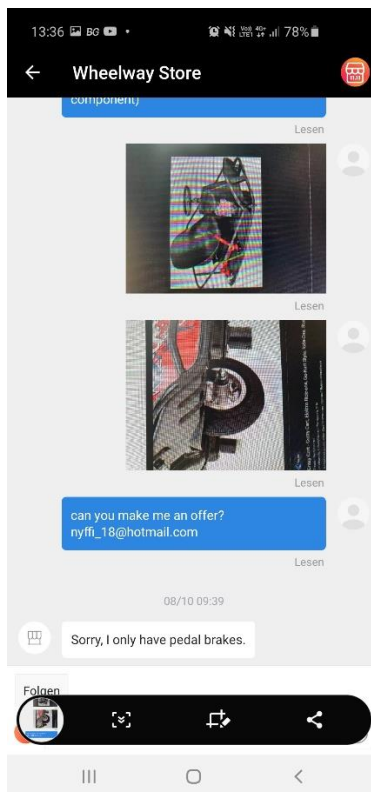
2



3



4



15.19 Kontakt mit Elektromoped

Von: marcel nyffeler [mailto:nyffi_18@hotmail.com]

Gesendet: Donnerstag, 22. Oktober 2020 12:01

An: info@elektromoped.at

Betreff: Anfrage Motor und zubehör

Guten Tag

Ich baue für die Firma ein Werbe Fahrzeug. Dafür brauche ich folgende Komponente.



Nun noch eine offene Fragen:

Das Gaspedal, Zündschloss und Gasgriff sind alle mit dem Controller vom Motor kompatibel? (Gasgriff brauche ich nur den ECO/Turo Schalter)

Senden Sie mir bitte noch die Datenblätter und die Zeichnungen damit ich die Masse kontrollieren kann. Sowie die 3D Modelle, damit ich diese noch in meiner Konstruktion einfügen kann und kontrollieren.

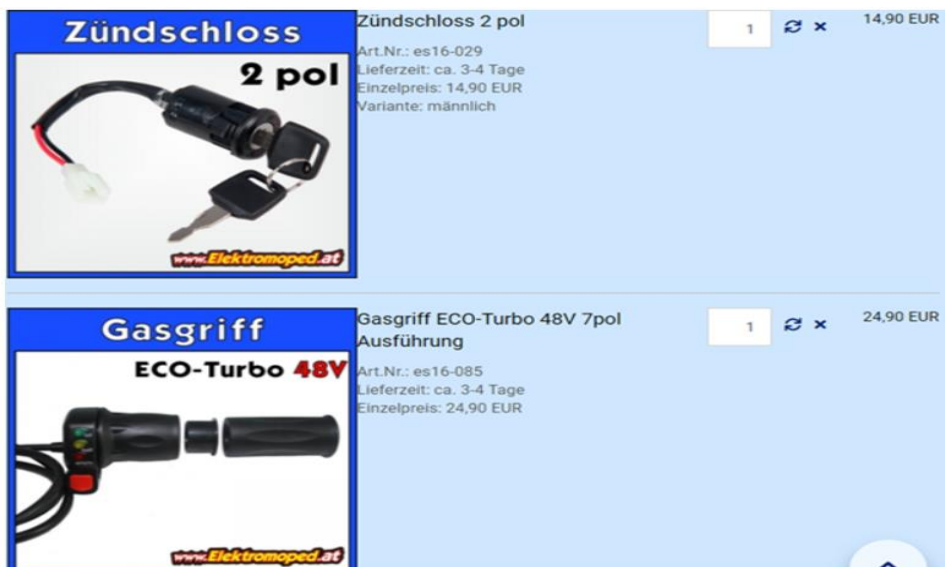
Mail: nyffi_18@hotmail.com

Damit ich die Artikel bestellen darf brauche ich noch ein Angebot.

Machen Sie mir bitte ein Angebot für folgende Artikel:

 Brushless Motor 48V 1600W + Controller	Bürstenlos Motor brushless Tuning 48V 1600W Art.Nr.: es16-206-000-es16-207 Lieferzeit: ca. 3-4 Tage Einzelpreis: 248,90 EUR Gasgriff: ohne Controller: brushless Controller
 GASPEDAL	Gaspedal für Elektrofahrzeuge Art.Nr.: x001 Lieferzeit: ca. 3-4 Tage Einzelpreis: 39,90 EUR

 Kettenkit T8F	Kettenkit T8F "dicke" Kette + 1 Kettenschloss Art.Nr.: es16-250 Lieferzeit: ca. 3-4 Tage Einzelpreis: 35,20 EUR Kettenlänge: 100 Glieder
 Kettenrad 54z	T8F-54z Kettenrad hinten mit 54 Zähne für "dicke Kette" Art.Nr.: es16-024 Lieferzeit: ca. 3-4 Tage Einzelpreis: 22,90 EUR



Vielen Dank

Freundliche Grüsse

Marcel Nyffeler

Angebot

Angebots-Nr.	Datum	Kunden-Nr.
200177	27.10.2020	20034
Sachbearbeiter/-in:	Seite	
AL	1 von 2	

Sehr geehrter Herr Nyffeler,

wir freuen uns, Ihnen folgendes Angebot unterbreiten zu dürfen:

Pos.	Anzahl	Einheit	Artikelnr.	Bezeichnung	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	1	Stk.	es16-206	48V 1600W Bürstenlosmotor 48V1600W Brushless eMotor	€ 159,00	€ 159,00
2	1	Stk.	es16-207	48V 1600W Controller für Bürstenlosmotor	€ 89,90	€ 89,90
3	1	Stk.	x001	Elektrisches Fußpedal Fußgaspedal New Design Electric Tricycle Foot Throttle Electric Scooter Foot Gas Pedals E-bike Foot Throttle	€ 39,90	€ 39,90
4	1	Stk.	es16-256	T8F Kettenset 100 Glieder + 1 Kettenschloss	€ 35,20	€ 35,20
5	1	Stk.	es16-024	T8F 54z Kettenrad - T8F sprocket 54z for big chain - Lochkreis / pitch circle d=40mm*3	€ 19,90	€ 19,90
6	1	Stk.	es16-029m	Zündschloss 2 Stellungen Stecker / Key Switch two-pin Connector / Male	€ 14,90	€ 14,90
7	1	Stk.	es16-185	48V Gasgriff mit ECO/Turbo Funktion Indikatoranzeige RUND / 48V throttle with ECO / Turbo function indicator display ROUND Modell es16-085 derzeit leider nicht verfügbar	€ 24,90	€ 24,90
8	1	Stk.	Versand	Versandkosten	€ 10,90	€ 10,90

Zahlungsart:

Zahlungsbedingung: Bank-Überweisung ohne Skonto!

Nettosumme:

€ 328,83

MwSt (20,0 %)

€ 65,77

Gesamtbetrag:

€ 394,60

15.20Kontakt mit Cenkoo

Machen Sie mir bitte ein Angebot für folgende Artikel:

1 stk. Bremsscheibe 190mm für CENKOO-70,AGB-37 Dirt Bike, Pit Bike

1 stk. Bremsanlage hinten CENKOO-125,CENKOO-140 Pit Bike,Dirt Bike

1 stk. Komplett Hinterrad 3-10" Enduro Cross Dirt Bike,Pit Bike

1 stk. Sinter Bremsbeläge hinten Pit Bike,ATV,Quad,Bashan,CENKOO-125

Senden Sie mir bitte noch die Dattenblätter und die Zeichnungen damit ich die Masse kontrollieren kann. Sowie das 3D Model, falls vorhanden.

Mail: nyffi_18@hotmail.com

Vielen Dank

Freundliche Grüsse

----- Ursprüngliche Nachricht -----

Von: "Info cenkoo.de" <info@cenkoo.de>

Gesendet: Thursday, October 22, 2020 11:14 AM

An: nyffi_18@hotmail.com

Betreff: Re: Anfrage Bremseinheit

Guten Tag,

Vielen Dank für Ihre Anfrage.

1 stk. Bremsscheibe 190mm für CENKOO-70,AGB-37 Dirt Bike, Pit Bike: 12,38€

1 stk. Bremsanlage hinten CENKOO-125,CENKOO-140 Pit Bike,Dirt Bike: 36,38€

1 stk. Komplett Hinterrad 3-10" Enduro Cross Dirt Bike,Pit Bike: 47,90€

1 stk. Sinter Bremsbeläge hinten Pit Bike,ATV,Quad,Bashan,CENKOO-125: 12,38€

Versand: 4,90€

Summe: 113,94€

Mit freundlichen Grüßen,

Ihr e-motos Team.

marcel nyffeler schrieb am 22.10.2020 10:48 (GMT +02:00):



marcel nyffeler
Do, 22.10.2020 14:16
An: info@cenkoo.de

↩ ↶ → ...

Vielen Dank für die rasche Antwort. Können Sie mir noch die Dattenblätter und Dimensionszeichnungen von den Artikeln senden

Dankeschön!

Freundliche Grüsse

Marcek Nyffeler

Sent by [MailWise](#) – Your emails, with style.~)

Per Telefon teilten Sie mir mit, dass keine weiteren Daten vorhanden sind.

15.21 Kontakt mit Keep-racing



marcel nyffeler
So, 25.10.2020 15:23
An: shop@keep-racing.de



Guten Tag

Machen Sie mir bitte ein Angebot vom folgenden Artikel:

1 Stk. Kartsitz, Sitzschale schwarz, Kunststoff, Größe XXL

Senden Sie bitte auch noch das 3D Model und Zeichnung, damit ich prüfen kann ob dieser in der Grösse passt und weiss wo genau der Sitz angeschraubt wird.

Vielen Dank.

Freundliche Grüsse

Marcel Nyffeler



shop@keep-racing.de
Mo, 26.10.2020 11:48
An: Sie



Sehr geehrter Herr Nyffeler,

wir können Ihnen kein weiteres Angebot unterbreiten.

Zudem verfügen wir über keine 3D-Zeichnung.

Bitte entnehmen Sie die Maße und Preise auf unserer Homepage.

Da unsere gesamte E-Mail Korrespondenz über ein Ticketsystem abgewickelt wird, beachten Sie bitte folgenden Ablauf:

- 1) Erzeugen Sie bei einer Antwort auf diese E-Mail keine neue Mail, sondern nutzen Sie bitte die Antwort Funktion Ihres E-Mail Clients.
- 2) Achten Sie bitte darauf, dass bei jeder Antwort die Ticketnummer in der Betreffzeile aufgeführt ist. Dies erleichtert uns die Zuordnung Ihrer Nachricht.

Vielen Dank.

Mit freundlichen Grüßen und

15.22 Kontakt mit Mädler



Beat Schwaninger <beat.schwaninger@maedler.ch>

Di, 27.10.2020 10:06

An: Sie

↩ ↶ → ...



Angebot.pdf

174 KB

Sehr geehrter Herr Nyffeler

Besten Dank für Ihre Anfrage. Im Anhang erhalten Sie unser Angebot.

Freundliche Grüsse

Beat Schwaninger

MÄDLER® Norm-Antrieb AG

Güterstrasse 6

8245 Feuerthalen

Tel.: 052 647 40 40

Fax: 052 647 40 41

E-Mail: info@maedler.ch

www.maedler.ch

Angebot

45719

Feuerthalen, 27. Oktober 2020

Seite 1 von 1

Kunden-Nr. 103034

Angebot **45719**

Ihre Referenz Herr Marcel Nyffeler

Unser Kontakt Beat Schwaninger

Ihre Anfrage

052 6474045

Anfrageart

beat.schwaninger@maedler.ch

Versandart DPD / Sulser

Wir haben Ihre Offertanfrage erhalten und danken Ihnen dafür.

Nachfolgend erhalten Sie unser bestmögliches Angebot.

Pos.	Artikel und Bezeichnung	Menge	Einheit	Preis	Betrag CHF
1	64201520 Flanschlagereinheit FK 20 Bohrung 20 mm Gehäuse aus Stahl vernickelt	1	Stk	144.15	144.15

Lieferzeit: ca. 3 Wochen.

Warenwert	Porto	Verpackung	Nettobetrag	MwSt-Betrag	Gesamtbetrag CHF
144.15			144.15	7.7 % 11.10	155.25
Lieferung		frei Haus bis 30 kg und 1,75 m Länge			
Zahlung		30 Tage rein netto			
Dokument		auch ohne Unterschrift gültig			

An die angebotenen Preise halten wir uns wie folgt gebunden:

für Katalogartikel bis zum Erscheinen einer neuen Preisliste, für Sonderanfertigungen 4 Wochen.

Mit freundlichen Grüssen

MÄDLER® Norm-Antrieb AG

15.23 Kontakt mit Blickle

Per Telefon angefragt.



info@blickle-raeder.ch
Di, 27.10.2020 07:39

An: Sie
Cc: f.balducci@blickle-raeder.ch

↩ ↶ → ...



0001_28016460.pdf
165 KB

Sehr geehrter Herr Nyffeler,

anbei erhalten Sie wie gewünscht unser Angebot.
Wir hoffen, Ihnen damit behilflich zu sein.
Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Blickle Räder+Rollen GmbH
Kernenriedstrasse 1
3421 Lyssach • Schweiz
Telefon: +41 34 448 66 66
Internet: www.blickle-raeder.ch

Sehr geehrter Herr Nyffeler,
wir bedanken uns für Ihre Anfrage und bieten wie folgt an:

Pos.	Identnummer / Artikelbezeichnung	Menge ME	Preis / Einheit	Gesamtpreis
10	631762 LK-POTH 75R Stahlblech-Lenkrolle, schwere Ausführung, mit Anschraubplatte Rad mit thermoplastischem Polyurethan-Laufbelag, mit schwerem Polyamid-Radkörper Technische Daten: • Rad-Ø: 75 mm, Radbreite: 37 mm, Tragfähigkeit bei 4 km/h: 200 kg, Lagerart: Rollenlager, Gesamthöhe: 108 mm, Plattengröße: 100 x 85 mm, Schraublochentfernung: 80 x 60 mm, Schraubloch-Ø: 9 mm, Ausladung Lenkrolle: 40 mm Gehäuse: Serie LK • starkes Stahlblech, galvanisch verzinkt, blau passiviert, Cr6-frei • zweifache Kugellagerung im Drehkranz • stabiler Mittelbolzen (ab Rad-Ø 125x50 mm) • Drehkranzabdichtung • minimales Drehkranzspiel, leichtgängiger Lauf, hohe Lebensdauer durch die spezielle dynamische Blickle-Vernietung Rad: Serie POTH • Laufbelag: hochwertiges thermoplastisches Polyurethan (TPU), Härte 94 Shore A, Farbe dunkelgrau, spurlos, kontaktverfärbungsfrei • Radkörper: hochwertiges Polyamid 6, bruchfest, Farbe natur-weiß	4 ST	73,80 CHF	295,20 CHF

15.24 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Foto Student	8
Abbildung 2 Reifen von Oben.....	9
Abbildung 3 Drift Fahrtlinien	9
Abbildung 4 Crazy Cart von Razor	10
Abbildung 5 Trike Drifter von Razor.....	10
Abbildung 6 Crazy Cart von Razor	11
Abbildung 7 Drifter Rennen auf Kartbahn.....	12
Abbildung 8 1500W BLDC Motor.....	33
Abbildung 9 PRA 230 Radnabenmotor.....	34
Abbildung 10 Skizze Antriebsbaugruppe mit Radnabenmotor.....	54
Abbildung 11 Vorgaben für E-Scooter in der Schweiz.....	54
Abbildung 12 Aufbau Bürstenloser Gleichstrommotor	57
Abbildung 13 1500W BLCD Motor.....	58
Abbildung 14 1600W BLCD Motor.....	58
Abbildung 15 Ritzel Dimension.....	60
Abbildung 16 Kette Dimension	60
Abbildung 17 Kräfteverhältnisse an Kettengetriebe	62
Abbildung 18 Dirt Bike Komplettrad 10 Zoll	65
Abbildung 19 Skizze Antriebsachse	65
Abbildung 20 Bremsanlage für Dirt Bike	70
Abbildung 21 E-Bike Sattelrohrakkumulator	71
Abbildung 22 Flanschlagereinheit FK 20, Gehäuse aus Stahl, vernickelt.....	74
Abbildung 23 Skizze Rahmen.....	75
Abbildung 25 Radhalterung mit Anschlag.....	79
Abbildung 24 Skizze Hinterradwelle	79
Abbildung 26 Rolle LK-SE 80K.....	82
Abbildung 27 Schalensitz	83

Abbildung 28 Komplette Baugruppe	84
Abbildung 29 Antriebsbaugruppe	85
Abbildung 30 Prüfung der Dimension	86
Abbildung 31 Hinterradwelle	86
Abbildung 32 Driftmodus	87
Abbildung 33 Normalfahrmodus	87
Abbildung 34 Steuereinheit.....	87
Abbildung 36 Normalfahrmodus	88
Abbildung 35 Driftmodus	88
Abbildung 37 Baugruppenzeichnung.....	89

15.25 Abbildungsquellenverzeichnis

Abbildung 1

Foto Student

Abbildung 2

Skizze Reifen von Oben

Abbildung 2

Skizze Fahrtlinien

Abbildung 4 Crazy Cart von Razor

<https://www.customscooters.com/products/crazy-cart>

Abbildung 5 Trike Drifter von Razor

<https://www.target.com/p/razor-dxt-electric-drift-trike-black/-/A-51484649>

Abbildung 6

http://productimages.little-wonders.com/10/7_520193.jpg

Abbildung 7

<https://www.youtube.com/watch?v=nTPwwiDjUjA>

Abbildung 8

<https://www.goldenmotor.com/frame-bldcmotor.htm>

Abbildung 9

<https://www.heinzmann-electric-motors.com/produkte/fahrrad-radnabenmotoren/pra-230>

Abbildung 10

Skizze Antriebsbaugruppe mit Radnabenmoto

Abbildung 11

<https://www.tcs.ch/de/testberichte-ratgeber/ratgeber/fahrzeugarten/smartwheel-trendfahrzeuge.php>

Abbildung 12

<https://www.elettroamici.org/de/nozioni-di-base-sui-motori-bldc/>

Abbildung 13

<https://www.goldenmotor.com/frame-bldcmotor.htm>

Abbildung 14

<https://www.elektromoped.at/de/48v-1600-watt-buerstenloser-elektro-motor.html>

Abbildung 15

<https://www.elektromoped.at/de/t8f-11-54-komplettuebersetzung-escooter.html>

Abbildung 16

<https://www.elektromoped.at/de/t8f-11-54-komplettuebersetzung-escooter.html>

Abbildung 17

Formelsammlung, Roloff / Matek 15 Auflage, Seite 193

Abbildung 18

https://cenkoo.de/shop/product_info.php?products_id=696

Abbildung 19

Skizze Antriebsachse

Abbildung 20

https://cenkoo.de/shop/product_info.php?products_id=591

Abbildung 21

<https://www.akkushop-24.de/E-Bike-Akku-48V-125Ah-600Wh-Lithium-Ionen-Sattelrohrakku-incl-BMS-Ladegeraet-Prophete>

Abbildung 22

<https://www.maedler.ch/Article/64201520>

Abbildung 23

Skizze Rahmen

Abbildung 24

Skizze Hinterradwelle

Abbildung 25

Screenshot Radhalterung

Abbildung 26

B-TMA-17-T-a

Screenshot Rolle

Abbildung 27

<https://www.keep-racing.de/kartsitz-sitzschale-schwarz-kunststoff-groesse-xxl-7198-1224>

Abbildung 28

Screenshot Komplette Baugruppe

Abbildung 29

Screenshot Antriebsbaugruppe

Abbildung 30

Screenshot Prüfung der Dimension

Abbildung 31

Screenshot Hinterradwelle

Abbildung 32

Screenshot Driftmodus

Abbildung 33

Screenshot Normalfahrmodus

Abbildung 34

Screenshot Steuereinheit

Abbildung 35

Screenshot Driftmodus

Abbildung 36

Screenshot Normalfahrmodus

Abbildung 37

Screenshot Baugruppenzeichnung