

Diplomarbeit 2023

Motor-Montagevorrichtung



Schule: TEKO Schweizerische Fachschule
6003 Luzern

Student: Philipp Wanner

Bildungsgang: Maschinenbautechniker HF
2020-2023

Diplomlehrer: Simon Argenton

Diplomexperte: Benno Lötscher

Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary	8
1.1	Ausgangslage	8
1.2	Zielsetzung	8
1.3	Kernprobleme	8
1.4	Methodik	8
1.5	Ergebnis	9
2	Vorwort	10
2.1	Student	11
3	Pflichtenheft / Planen und Klären	12
3.1	Einleitung Pflichtenheft	12
3.2	Ausgangslage	12
3.3	Auftrag	12
3.4	Abgrenzung	13
3.5	Kernprobleme	13
3.6	Meilensteine	13
3.7	Zielsetzung	14
3.7.1	Allgemeine Ziele	14
3.7.2	Technische Ziele	14
3.7.3	Persönliche Ziele	14
3.8	Lösungskonzept	14
3.9	Anforderungsliste	15
3.9.1	Geometrie	15
3.9.2	Traglast	15
3.9.3	Drehachse	15
3.9.4	Kosten	15
3.9.5	Wartung	16
3.9.6	Sicherheit	16
3.10	Projektplan	17
4	Infosammlung	19
4.1	Mindmap	19
4.2	Aufbau Motor-Montagevorrichtung	20
4.3	Lagerung	21

4.3.1	Wälzlager	21
4.3.1.1	Vorteile Wälzlager.....	21
4.3.1.2	Nachteile Wälzlager.....	21
4.3.2	Gleitlager	22
4.3.2.1	Vorteile Gleitlager.....	22
4.3.2.2	Nachteile Gleitlager	22
4.4	Fixierung Drehachse	23
4.4.1	Formschluss	23
4.4.2	Kraftschluss.....	23
4.4.2.1	Selbsthemmung.....	23
4.5	Gestell.....	24
5	Konzipieren.....	25
5.1	Abstraktion	25
5.1.1	Formulierung 1:	25
5.1.2	Formulierung 2:	25
5.1.3	Formulierung 3:	25
5.2	Black Box.....	25
5.3	Prinzipskizze / Grobkonzept	26
5.4	Funktionsstruktur	27
5.4.1	Beschreibung der Gesamtfunktion	28
5.4.2	Auflistung der Teilfunktionen	28
5.5	Morphologischer Kasten.....	29
5.6	Bewertung der Teilfunktionen.....	31
5.6.1	Erläuterung der Kriterien.....	31
5.6.2	Abkürzungen.....	31
5.6.3	Punktebewertung.....	31
5.7	Auswertung der Lösungsvarianten	34
5.7.1	Lösungsvariante Orange	35
5.7.2	Lösungsvariante Grün.....	36
5.8	Entscheidung	37
6	Entwerfen.....	38
6.1	Vordimensionieren	38
6.1.1	Material Grundgestell.....	41
6.1.2	Material Säule.....	41
6.1.3	Mobilität	41

6.1.4	Lagerung Drehachse	42
6.2	Lastmomentsperre	44
6.3	Konstruieren	44
6.3.1	Grundgestell	45
6.3.2	Säulenträger	46
6.3.3	Lagerung	47
6.3.4	Ausleger	49
6.3.5	Aufspannsystem	50
6.4	Berechnungen	52
6.4.1	Berechnungen Lagerung.....	52
6.4.1.1	Durchmesser Lagerwelle	52
6.4.1.2	Ermittlung Auflagerkräfte FA und FB	53
6.4.1.3	Berechnung Flächenpressung Gleitlager	54
6.4.2	Berechnung Lagerflansch	55
6.4.2.1	Schubspannung im Lagerflansch	55
6.4.2.2	Schraubengrösse Lagerflansch	56
6.4.3	Berechnung Säule und Säulenplatte.....	56
6.4.3.1	Berechnung Knickung nach Euler	56
6.4.3.2	Berechnung Auflagerkräfte Säulenplatte.....	58
6.4.3.3	Berechnung Schraubengrösse Säulenplatte	59
6.4.4	Berechnung Strebe Grundgestell.....	59
6.4.5	Berechnung Rohrprofil Grundgestell und Ausleger.....	60
6.4.5.1	Berechnung Biegespannung Profil.....	61
6.4.5.2	Berechnung Durchbiegung	62
6.4.5.3	Ermittlung Rollenkräfte.....	63
6.4.6	Berechnung Sicherungsbolzen Verbindungsteil	63
6.4.6.1	Flächenpressung Verbindungsteil.....	64
6.4.7	Berechnung Passfeder	65
6.4.7.1	Schubspannung in der Passfeder.....	65
6.4.7.2	Berechnung Flächenpressung Nabe	66
6.4.7.3	Berechnung Max. Torsionsmoment Passfeder	66
6.4.8	Berechnung Aufnahmeplatte	66
6.4.9	Berechnung Schrauben Aufnahmeplatte / Welle	67
6.5	Nachkonstruktion	67
6.6	Ansicht Motormontagevorrichtung.....	68

6.7	Ansicht Motor-Montagevorrichtung Mobil	70
7	Kostenzusammenstellung.....	72
7.1	Kosten Prototyp	72
7.1.1	Erläuterung Kostenzusammenstellung Prototyp.....	73
7.2	Kosten Serie.....	73
7.2.1	Erläuterung Kostenzusammenstellung Serie.....	74
7.3	Kostendifferenz.....	74
7.4	Erlös.....	74
8	Marktumfrage.....	75
8.1	Aufbau der Umfrage	75
8.1.1	Einleitung.....	75
8.1.2	Fragestellung	76
8.2	Auswertung der Umfrage	77
8.2.1	Datenschutz.....	77
8.2.2	Statistik Umfrage	78
8.2.3	Bewertung Umfrage	79
8.2.4	Feedbacks Umfrage	79
8.2.5	Reflexion zur Umfrage	80
9	Motorentypen	81
9.1	MWM AKD10V.....	81
9.2	Perkins AD 3.152.....	82
9.3	Fiat 8045.02.207.....	83
10	Überprüfung der Anforderungen.....	85
10.1	Auswertung der Anforderungen.....	86
11	Schlusswort.....	89
11.1	Lessons learned	89
11.2	Verdankung.....	90
12	Selbstständigkeitserklärung	90
13	Verzeichnisse.....	91
13.1	Abbildungsverzeichnis	91
13.2	Tabellenverzeichnis.....	93
13.3	Literaturverzeichnis	94
13.3.1	Fachliches	94
13.3.2	Betriebsmittel	94
13.4	Quellenverzeichnis	94

14	Anhang	96
14.1	Datenblatt ETG100.....	96
14.2	Datenblatt EN AW-6082.....	97
14.3	Datenblatt Sicherungsring	98
14.4	Datenblatt Passscheibe.....	98
14.5	CAD-Zeichnungen Einzel.....	99
14.5.1	100-00 Halteplatte.....	99
14.5.2	107-01 Verbindungsteil	100
14.5.3	200-01 Säule	101
14.5.4	201-01 Säulenplatte.....	102
14.5.5	300-00 Lagerflansch	103
14.5.6	302-01 Lagerwelle	104
14.5.7	303-00 Mitnehmerscheibe	105
14.5.8	315-01 Drehscheibe.....	106
14.5.9	318-00 Anschraubplatte	107
14.5.10	500-00 Aufspannplatte	108
14.5.11	503-00 Träger.....	109
14.5.12	504-00 Rohr D20x4.....	110
14.6	CAD-Zeichnung Baugruppe.....	111
14.6.1	960-01 Säule	111
14.6.2	970-01 Spannelement	112
14.6.3	980-01 Ausleger.....	113
14.6.4	990-01 Grundgestell	114
14.6.5	1000-01 Motor-Montagevorrichtung 1	115
14.6.6	1000-01 Motor-Montagevorrichtung 2	116
14.7	Offerte TRISA AG Prototyp.....	117
14.8	Offerte TRISA AG Serie.....	119
14.9	Offerte Xometry Serie.....	121
14.9.1	100-00 Halteplatte Xometry	121
14.9.2	104-00 Strebe Xometry	121
14.9.3	107-01 Verbindungsteil Xometry.....	122
14.9.4	201-01 Säulenplatte Xometry	122
14.9.5	300-00 Lagerflansch Xometry.....	123
14.9.6	303-00 Mitnehmerscheibe Xometry	123
14.9.7	315-01 Drehscheibe Xometry.....	124

14.9.8	318-00 Anschraubplatte Xometry.....	124
14.9.9	500-01 Aufspannplatte Xometry	125
14.9.10	503-00 Träger Xometry.....	125
14.9.11	504-00 Rohr 20x4 Xometry.....	126
14.10	Themeneingabe	127

1 Management Summary

1.1 Ausgangslage

Die Motor-Montagevorrichtung ist ein bereits existierendes Produkt auf dem Markt. Die Vielfältigkeit an Funktionen und Varianten ist jedoch eher gering. Die Grundfunktion besteht darin, Montage sowie Service- und Reparaturarbeiten an Verbrennungsmotoren durchzuführen. Es erleichtert den Arbeitsprozess ungemein. Mit der Entwicklung einer neuartigen Vorrichtung soll eine vielseitige Einsetzbarkeit geschaffen werden. Der Aufbau erfolgt - wie oft im heutigen Maschinenbau - mit einer Basisversion, die alle Grundfunktionen abdeckt. Mittels zusätzlicher Optionen und Varianten soll die Verwendbarkeit erweitert werden. Es soll ein einzigartiges Produkt geschaffen werden, welches das Interesse vom privaten Schrauber bis zum gewerblichen Motoreninstandsetzer wecken soll.

1.2 Zielsetzung

Die Vorrichtung soll zu einem späteren Zeitpunkt als persönlichen Nebenerwerb produziert werden. Daher gibt es bestimmte Vorgaben und Ziele, die erfüllt werden müssen. Als Vorgabe soll die Basisversion maximal 50% der Kosten vom Prototyp betragen. Damit ermittelt werden kann, ob das Produkt bei der Bevölkerung ankommt und ob ein mögliches Kaufinteresse besteht, wird eine kurze Umfrage an ausgewählte Privatpersonen und Firmen versendet. Dabei sollen mindestens 10% der Befragten ein Interesse bekunden. Mit dem flexiblen Aufspannsystem sollen mindestens drei unterschiedliche Motorentypen befestigt werden können.

1.3 Kernprobleme

Die Problematik besteht darin, dass ein Motor, egal in welcher Schräglage er sich befindet, einen wechselnden Schwerpunkt hat. Dadurch entsteht eine Art Unwucht, die ein Torsionsmoment an der Drehachse bewirkt und somit auch eine unkontrollierte Drehbewegung erzwingt. Eine weitere Herausforderung stellen die Berechnungen dar. Die Aufgaben, die während dem Unterricht behandelt wurden, hatten immer hilfreiche Vorgaben und Hilfwerte, mit denen man schnell ans Ziel kam. Hier gilt es alles selbst zu erarbeiten und allenfalls Annahmen zu treffen. Diese Berechnungen erhöhen den Zeitbedarf um einiges. Jeder Motor hat einen anderen Flansch zum Aufspannen. Sei es in der Form oder auch an den Massen. Es muss ein System konzipiert werden, mit dem man flexibel verschiedene Arten einfach befestigen kann.

1.4 Methodik

Diese Diplomarbeit wurde nach dem Konstruktionsprozess VDI-Richtlinie 2221 und 2222 erarbeitet. Mit dem CAD-Programm Autodesk Inventor Professional 2024 wurden alle nötigen Fertigungskomponenten und Zeichnungen entworfen. Bei Normkomponenten konnten die 3D-Daten

beschafft werden, was viel Zeit einspart. Die Berechnungen wurden alle mit Hilfe der Lehrbücher und des im Unterricht behandelten Stoffes zusammengestellt und gelöst.

1.5 Ergebnis

Vorliegend ist eine Motor-Montagevorrichtung, welche sich vom bisherigen Modell abhebt. Mit einer Traglast von mindestens 1000kg und einem Sicherheitsfaktor von 40% hält die Vorrichtung jede Art von Belastung aus. Das kompakte Lagersystem lässt sich sehr einfach zusammenbauen und auch bedienen. Mittels einer Stecknuss und einer Ratsche, welche jeder Mechaniker besitzt, kann die Drehachse bewegt werden. Dank einer Lastmomentsperre wird die Drehachse beidseitig wie eine Rücklaufsperre gesichert. Diese nimmt die Torsionskräfte auf und hält die Drehachse in Position. Die Auslegerprofile dienen als Stütze zur Traglast und können durch eine Bolzenverbindung gelöst und in stehender Richtung auf der Vorrichtung verstaut werden. Auf diese Weise kann die Vorrichtung bei Nichtgebrauch platzsparend verstaut werden. Mittels des Aufspannsystems können die Spannelemente flexibel verstellt werden, um so alle gängigen Motoren im möglichen Massbereich zu befestigen. Die Entwicklung kann noch weiter gehen: Basierend auf der Basisversion kann die Vorrichtung mit vielen Optionen und Varianten erweitert werden. Mittels einer Auffangwanne können Umweltschädliche Flüssigkeiten aufgefangen werden bevor sie auf dem Boden landen. Wenn ein Motor länger ist als die vorgegebene Maximallänge kann er mit einem Gegenlager oder einer Stütze gehalten werden. Um das Drehen zu vereinfachen könnte ein elektrischer Antrieb realisiert werden. Somit wird nur ein minimaler Krafteinsatz benötigt. Dies sind lediglich ein paar Beispiele, welche die Möglichkeiten der Motor-Montagevorrichtung aufzeigen sollen. Sie kann noch vielfältiger erweitert und entwickelt werden.

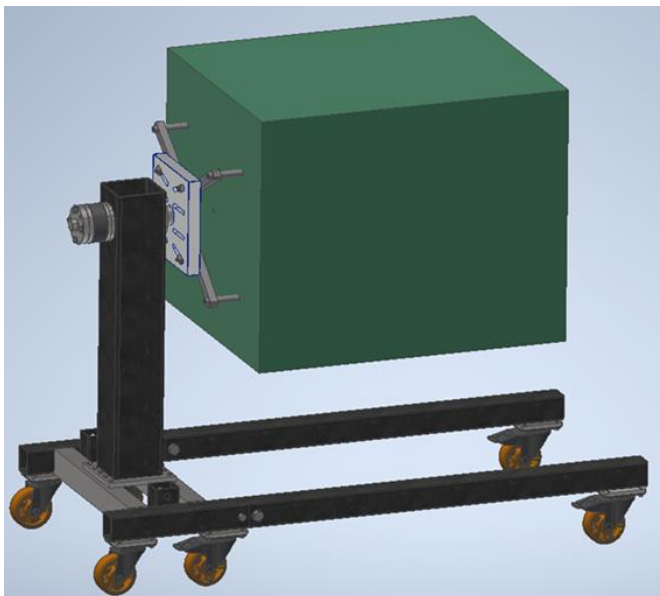


Abbildung 1: Motor-Montagevorrichtung Betriebsansicht



Abbildung 2: Mobile Ansicht

2 Vorwort

Seit Anfang Oktober 2017 arbeite ich bei meinem jetzigen Arbeitgeber, der EROWA AG in Büron. Ich konnte schon früh meine Begeisterung für den Maschinenbau spüren. Mit der Weiterbildung zum Maschinenbautechniker HF begann ich den nächsten Schritt in diese Richtung. Bereits drei Jahre sind seit dem Start vergangen. Mit dieser Diplomarbeit erfolgt nun der letzte Schritt in dieser Weiterbildung. Ich habe viel gelernt in dieser Zeit. Sei es das methodische Vorgehen um eine Arbeit zu schreiben, die Grundlagen, um im Maschinenbau die wichtigsten Inhalte zu kennen oder wie man mittels Berechnungen die verschiedenen Kräfte und Elemente ermitteln kann.

Gerne hätte ich ein Thema zu einem Bereich meines Arbeitgebers behandelt. Aus organisatorischen Gründen war dies leider nicht möglich, so dass ich mich für ein eigenes Projekt entschieden habe. Für mich war dies jedoch kein Problem, denn ich hatte bereits Ideen für meine Diplomarbeit. Nebst meinem Beruf bin ich auch privat ein ambitionierter Mechaniker. Meine grosse Leidenschaft sind Oldtimer Traktoren, mit denen ich gerne meine Zeit verbringe. Etwas Altes in neuem Glanz erstrahlen zu lassen erfüllt mich mit Freude, denn die sogenannte «alte Technik» fasziniert mich sehr. Meine Wahl fiel daher auf das Thema Motor-Montagevorrichtung, da dies ein Hilfsmittel ist, welches mir bei der Restauration der Oldtimer sehr behilflich sein wird. Es umfasst einen grossen Bereich der Fächer, die wir im Verlauf unserer Weiterbildung, wie etwa Statik und Festigkeitslehre behandelt haben. Ebenso gehören Mathematik, Physik und Konstruktionselemente dazu. Da ich im Bereich Roboter Automation tätig bin, liegt dieses Projekt nahe an meiner täglichen Arbeit.

Diese Diplomarbeit stellt eine Herausforderung dar, die es zu bewältigen gilt. Ich freue mich jedoch, diese anzunehmen und mein Fachwissen sowie meine Fähigkeiten, welche ich in diesen drei Jahren angeeignet habe, voll auszuschöpfen. Es gibt viele Berechnungen, die es zu machen gibt und ein grosser Anteil, der per CAD erfolgt. Meine Erwartung ist es, auf eine strenge, aber lehrreiche Zeit zurückblicken zu können. An dieser Herausforderung zu wachsen und mich weiterzuentwickeln ist mein grösstes Streben. In diesem Sinne wünsche ich dem Leser viel Freude beim Durchlesen dieser Arbeit. Ich hoffe, dass meine Begeisterung mit dieser Arbeit spürbar wird.

2.1 Student

Meine berufliche Tätigkeit begann ich im Sommer 2011 mit der Ausbildung zum Polymechniker EFZ bei der Firma TRISA AG in Triengen. Die Ausbildungsschwerpunkte lagen in der mechanischen Zerspanung wie Bohren, Drehen, Fräsen sowie Schleifen. Ein Montagepraktikum im Bereich Vorrichtungsbau durfte ich ebenfalls absolvieren. Die individuelle Praktische Arbeit habe ich im Bereich CNC-Fräsen (5-Achsen Bearbeitung) abgeschlossen. Nach der Rekrutenschule arbeitete ich weiterhin im Lehrbetrieb im Bereich CNC-Fräsen (3- und 5-Achsen Bearbeitung), jedoch als Schwerpunkt im Bereich Senkerodieren und CNC-Messen. Im Oktober 2017 begann der nächste Schritt in meinem beruflichen Lebenslauf bei der Firma EROWA AG als Mechaniker Automation, wo ich seitdem in einem kleinen Team für den Bau von Beladerobotern zuständig bin. 3 Jahre später, im Oktober 2020, startete ich die Weiterbildung zum Maschinenbautechniker HF an der TEKO in Luzern.

Personalien

Name, Vorname: Wanner Philipp
Adresse: Eriswilerstrasse 9
Wohnort: 6213 Knutwil
Geburtstag: 20.12.1994
Telefon: 079 832 93 74
E-Mail: wanner.philipp@bluewin.ch



Abbildung 3: Profilbild Student

Schul- und Weiterbildung

2020 – 2023:	Maschinenbautechniker HF	TEKO Luzern
2011 – 2015:	Berufsfachschule	BBZW Emmen
2008 – 2011:	Sekundarschule Niveau B	Sursee
2007 – 2008:	Sekundarschule Niveau C	Sursee
2001 – 2007:	Primarschule	Knutwil – St.Erhard

Berufstätigkeit

2017 – 2023:	EROWA AG	Mechaniker Automation
2015 – 2017:	TRISA AG	Polymechniker EFZ
2011 – 2015:	TRISA AG	Ausbildung zum Polymechniker EFZ

Sprachkenntnisse

Deutsch (Muttersprache)
Englisch (B1)

3 Pflichtenheft / Planen und Klären

3.1 Einleitung Pflichtenheft

Das Pflichtenheft soll als Antwort zur Aufgabenstellung des Auftraggebers dienen. In diesem wird die Funktion beschrieben, die Systemgrenze sowie die Anforderungen aufgezeigt. Messbare Ziele an das Projekt werden ausgewählt, welche dann mit den Anforderungen über den Erfolg der Diplomarbeit nachgewiesen werden. Darüber hinaus wird ein möglicher Lösungsansatz aufgezeigt.

3.2 Ausgangslage

Der Auftraggeber möchte eine vielseitig einsetzbare Motor-Montagevorrichtung, welche sich von den bisherigen Produkten abhebt und das Interesse der Bevölkerungen weckt. Es wird angestrebt, eine solche Vorrichtungen als persönlichen Nebenerwerb zu bauen. Dieses Produkt soll dazu dienen, das momentane Angebot auf dem Markt zu stärken. Diese Vorrichtung soll die Arbeit an Motoren vereinfachen. Es sollte möglich sein, ohne Mühe an alle Bereiche bequem heranzukommen.

3.3 Auftrag

Die Motor-Montagevorrichtung, die es zu entwickeln gilt, soll durch eine Basisversion präsentiert werden. Mithilfe von zusätzlichen Varianten und Funktionen kann der Verwendungsbereich erweitert werden. In dieser Arbeit bezieht sich der Auftrag auf die Entwicklung der Basisversion. Diese hat jedoch bestimmte Grundvoraussetzungen, die sich mit den Erweiterungen nicht ändern. Folgende Anforderungen soll die Motor-Montagevorrichtung erfüllen:

- Die Vorrichtung muss eine Traglast von 1000kg aufnehmen können;
- Der aufgespannte Motor muss sich auf seiner Längsachse um 360 Grad drehen können. Da er nicht in jeder Position im Gleichgewicht ist, muss der Antrieb der Drehachse zwingend selbsthemmend oder mechanisch gesichert werden;
- Die Motoraufnahme an der Drehachse muss flexibel einstellbar sein, um verschiedene Systeme aufzuspannen;
- Die Vorrichtung soll von einer Person bewegt werden können.

3.4 Abgrenzung

Die Diplomarbeit beschränkt sich auf die Konzipierung und das Entwerfen nach dem methodischen Prozess der Konstruktionslehre. Für das Entwerfen wird ein CAD-Programm verwendet, um visuell ein 3D-Modell und Fertigungs-, sowie Konstruktionszeichnungen zu erstellen. Kräfte und Belastungen sollen berechnet werden, um so geeignete Komponenten zu definieren und zu dimensionieren. Am Schluss der Diplomarbeit soll ein fertigungsreifer Entwurf des Prototyps vorliegen. Dabei ist die obengenannte Basisversion gemeint. Es wird kein physisches Produkt gebaut. Der Bau des Prototyps wird nach Ende der Diplomarbeit durchgeführt.

3.5 Kernprobleme

Die grösste Herausforderung stellt das Lagerungssystem dar. Wie konstruiert man die Lagerung, ohne dass die Dimensionen zu gross werden? Diese Dimensionen können die Kosten zusätzlich negativ beeinflussen. Das System soll kompakt aufgebaut werden. Eine zusätzliche Herausforderung sind die Berechnungen der Kräfte und der Spannungen, sowie das Bestimmen der Dimensionen. Im Unterricht hat man oft eine «optimale» Problemstellung, wo diverse notwendige Informationen bereits vorgegeben sind. In der Realität sind keine solchen Vorgaben oder Informationen vorhanden. Man muss alles beschaffen oder allenfalls Annahmen treffen. Ein Motor hat keinen zentrischen Schwerpunkt auf seiner Längsachse, was zu Spannungen und Unwucht führt. Dies zu berechnen wird einen sehr grossen Teil des Zeitbedarfs ausmachen. Fehler und Unachtsamkeiten beim Entwickeln können zum Versagen der Vorrichtung führen und womöglich die Sicherheit des Bedieners gefährden. Die Sicherheit muss in jedem Fall gewährleistet sein. Eine weitere Herausforderung ist die Motoraufnahme so zu entwickeln, dass mehrere Typen daran befestigt werden können.

3.6 Meilensteine

- | | | |
|------------------|--------------------------|------------|
| • Meilenstein 1: | Kick-Off Diplomdozent | 08.09.2023 |
| • Meilenstein 2: | Projektstart | 18.09.2023 |
| • Meilenstein 3: | Besprechung Diplomdozent | 24.10.2023 |
| • Meilenstein 4: | Abgabe Dokumentation | 13.11.2023 |
| • Meilenstein 5: | Projekt Präsentation | 27.11.2023 |

Bemerkung: Das Projekt wird in der Projektplanung in weitere Terminabschnitte unterteilt.

3.7 Zielsetzung

3.7.1 Allgemeine Ziele

Es wurden 3 messbare Ziele festgelegt, die für den Erfolg dieser Arbeit stehen:

- Das Serienprodukt soll pro Stück ohne Optionen maximal 50% des Prototyps kosten;
- Es sollen mindestens drei verschiedene Motortypen befestigt werden können;
- Wenn anhand einer Marktumfrage mindestens 10% der Befragten ein Kaufinteresse aufweisen. Die Befragung wird nach der Fertigstellung des Prototyps gemacht.

3.7.2 Technische Ziele

- Die Vorrichtung soll eine Traglast von 1000kg aufweisen bei einer Motorengröße von 800mm Breite, 800mm Höhe und einer Länge von 1000mm;
- Einfaches Bedienen der Vorrichtung;
- Bei Nichtgebrauch soll die Vorrichtung einfach verstaubar und platzsparend sein.

3.7.3 Persönliche Ziele

- Fertigkeiten im Bereich CAD verbessern sowie Erfahrungen sammeln.
- Das erlernte Fachwissen umsetzen und anwenden.

3.8 Lösungskonzept

Das Lösungskonzept beinhaltet mögliche Aspekte und Varianten. Sie stellt jedoch keinen definitiven Plan dar. Dieser Plan wird im Laufe dieser Arbeit konzipiert und erarbeitet. Die Bauform des Gestells könnte eine L-Form haben, um das Gewicht des Motors stützen zu können. Der Antrieb der Drehachse könnte mechanisch per Hand oder auch elektrisch mittels eines Motors erfolgen. Am Aufspannsystem wäre ein Nuten- oder Rastersystem möglich, um sich möglichst flexibel an die verschiedenen Bauformen der Motoren anpassen zu können.

3.9 Anforderungsliste

3.9.1 Geometrie

Anforderung	F	M	W	Bemerkungen
Motoren mit den Abmassen 800mm x 800mm x 1000mm sollen aufgespannt werden können (B x H x L)	x			
Platzsparend zusammenklappbar bei Nichtgebrauch			x	
Die Vorrichtung soll von einer Person verschoben werden können	x			
Einfache Bedienung	x			
Geringer Kraftaufwand beim Handling		x		
Verwendung von Einkaufsteilen		x		

Tabella 1: Anforderungen Geometrie

3.9.2 Traglast

Anforderung	F	M	W	Bemerkungen
1000kg Traglast	x			

Tabella 2: Anforderungen Traglast

3.9.3 Drehachse

Anforderung	F	M	W	Bemerkungen
Adaptierbar für mehrere Motortypen	x			
360° drehbar auf der Längsachse	x			
Die Drehachse muss bei Stillstand in Position bleiben	x			
Geschwindigkeit der Drehachse soll einstellbar sein			x	

Tabella 3: Anforderungen Drehachse

3.9.4 Kosten

Anforderung	F	M	W	Bemerkungen
Die Kosten des Serienproduktes sollen um 50% tiefer sein als die des Prototyps	x			
Die Kosten des Prototyps sollen maximal CHF 4000 betragen			x	

Tabella 4: Anforderungen Kosten

3.9.5 Wartung

Anforderung	F	M	W	Bemerkungen
Die Vorrichtung soll wartungsarm sein			x	Einmal jährlich sind Wartungsarbeiten durchzuführen.

Tabelle 5: Anforderungen Wartung

3.9.6 Sicherheit

Anforderung	F	M	W	Bemerkungen
Sicherheitsfaktor von 40% ($\nu = 1.4$)		x		Traglast bis 1400kg haltbar. Ergänzt am 02.10.2023

Tabelle 6: Anforderungen Sicherheit

<p>F = Festanforderung:</p> <p>(Muss unbedingt erfüllt werden, andernfalls ist das Produkt für die gestellte Aufgabe untauglich.)</p>	<p>M = Mindestforderung:</p> <p>(Dürfen nach der günstigen Seite hin unter- oder überschritten werden.)</p>	<p>W = Wunsch:</p> <p>(Sollten nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Eventuell mit Zugeständnissen an einen begrenzten Mehraufwand.)</p>
--	--	---

Tabelle 7: Anforderungen Legende

4 Infosammlung

4.1 Mindmap

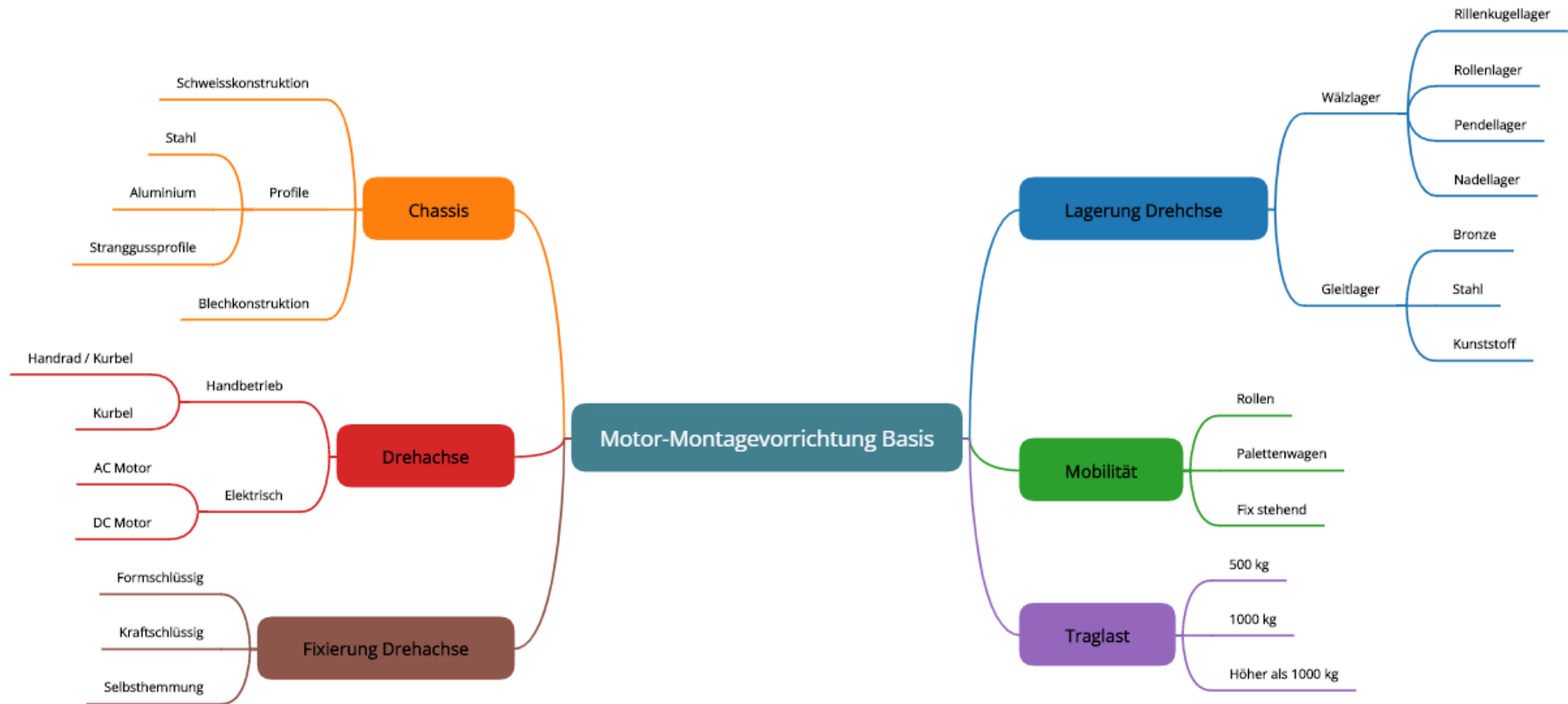


Abbildung 5: Mindmap

4.2 Aufbau Motor-Montagevorrichtung

Eine solche Vorrichtung ist ein bereits existierendes Produkt, welches für Arbeiten an Motoren verwendet wird. Mit dieser Vorrichtung können Montagen, Reparaturen sowie Revisionen einfach erledigt werden. Da der Motor freihängend ist, kann man sich fast komplett drumherum bewegen. Durch die Möglichkeit, den Motor mit einer Drehachse von Hand drehen zu lassen, kommt man auch an schwer zugängliche Stellen heran.



Abbildung 6: Aufbau der Vorrichtung

4.3 Lagerung

Die Lagerung beeinflusst die Lebensdauer sowie die Funktion der Vorrichtung massgebend. Sie ermöglicht eine rotations- oder lineare Bewegung zwischen Bauteilen. Je nach Verwendungszweck unterscheidet man zwischen einer Festlagerung oder einer Loslagerung. Der Unterschied ist die Aufnahme von radialen und oder axialen Kräften. Ein Festlager hält die Welle in axialer Position fest und nimmt radiale und axiale Kräfte auf. Ein Loslager kann nur radial belastet werden. Es kann jedoch axiale Verschiebungen durch Wärmeausdehnung im Betrieb ausgleichen. Bei den Lagertypen gibt es zwei verschiedene Hauptgruppen, die Wälz- und Gleitlager.

4.3.1 Wälzlager

Die Wälzlager kommen in der Maschinenindustrie am häufigsten vor. Die meistverwendeten Lager sind dabei die Rillenkugellager. Je nach Belastung und Verwendung gibt es noch viele andere Untergruppen der Wälzlager. Dank ihrer geringen Rollreibung laufen die Wälzlager mit sehr wenig Kraftaufwand und sind deshalb enorm verschleissfest.

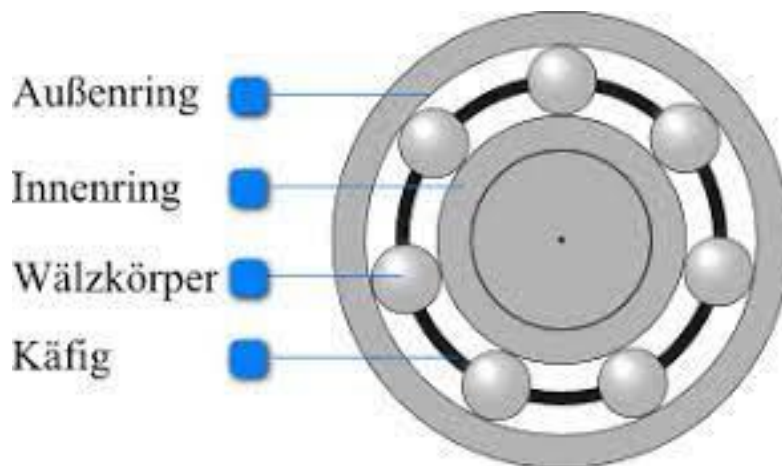


Abbildung 7: Aufbau Wälzlager

4.3.1.1 Vorteile Wälzlager

- Geringe Reibbelastung
- Hohe Drehzahlen möglich
- Wartungsfrei
- Hohe Genauigkeit

4.3.1.2 Nachteile Wälzlager

- Empfindlich gegen Stossbelastungen
- Benötigt grosses Einbauvolumen
- Höherer Geräuschpegel aufgrund der Wälzkörper

4.3.2 Gleitlager

Gleitlager bestehen im Gegensatz zu den Wälzlagern nur aus einem Teil. Nebst Stahl können Gleitlager auch beispielsweise aus Messing- und Bronzelegierungen gefertigt werden. Ebenfalls gibt es Gleitlager aus Kunststoffen. Dank des geringen Einbauvolumens sind sie sehr platzsparend und gegenüber Verschmutzungen enorm beständig.



Abbildung 8: Gleitlagerbuchsen

4.3.2.1 Vorteile Gleitlager

- Geringes Einbauvolumen
- Geräuscharmer Lauf
- Schwingungsdämpfend je nach Werkstoff
- Natürliche Schmierwirkung je nach Werkstoff

4.3.2.2 Nachteile Gleitlager

- Lagerspiel notwendig
- Wärmeerzeugung bei erhöhter Belastung
- Höheres Anlaufmoment

4.4 Fixierung Drehachse

Die Fixierung stellt einen wichtigen Aspekt dar. Ein aufgespannter Motor hat einen immer wechselnden Schwerpunkt während der Drehung über die Längsachse. Er ist im Ungleichgewicht. Um an jeder Position über eine 360 Grad Drehung arbeiten zu können, muss die Drehachse fixiert werden, damit sie sich nicht aus eigener Kraft drehen kann. Zur Fixierung gibt es verschiedene Möglichkeiten:

4.4.1 Formschluss

Formschlüssige Verbindungen entstehen durch geometrisch ineinandergreifende Bauteile. Sie können auch durch ein Verbindungselement verbunden werden, wie zum Beispiel einen Stift oder eine Passfeder. Als Beispiel zu dieser Arbeit könnte die Drehachse mit einem Sicherungsstift fixiert werden.

4.4.2 Kraftschluss

Bei einer kraftschlüssigen Verbindung wird eine Kraft nur durch eine grössere Reibungskraft gehalten. Ein Beispiel wäre ein Riemenrad, welches auf eine Welle gepresst oder geschrumpft wird. Das Riemenrad überträgt ein Drehmoment, dass nur durch Haltekraft der beiden Bauteile funktionieren kann. Für die geplante Vorrichtung wäre eine kraftschlüssige Variante ein Klemmhebel, mit dem man durch Reibung die Drehachse festhält.

4.4.2.1 Selbsthemmung

Selbsthemmung beschreibt im Maschinenbau einen Widerstand, der durch Reibung verursacht wird. Sie verhindert ein Verrutschen oder Verdrehen von zwei aneinander liegenden Bauteilen. Wenn als Beispiel der Versuchskörper unten im Bild eine höhere Haftreibung hat als jene Kraft, welche ihn nach unten rutschen lässt, herrscht Selbsthemmung. Diese wird durch den Neigungswinkel beeinflusst. Wenn der Winkel einen gewissen Punkt erreicht, wird die Abtriebskraft grösser als die Haftreibung. Der Versuchskörper beginnt zu rutschen und es herrscht keine Selbsthemmung mehr. Ein Beispiel in der Mechanik ist ein Schneckengetriebe oder ein Morsekegel.

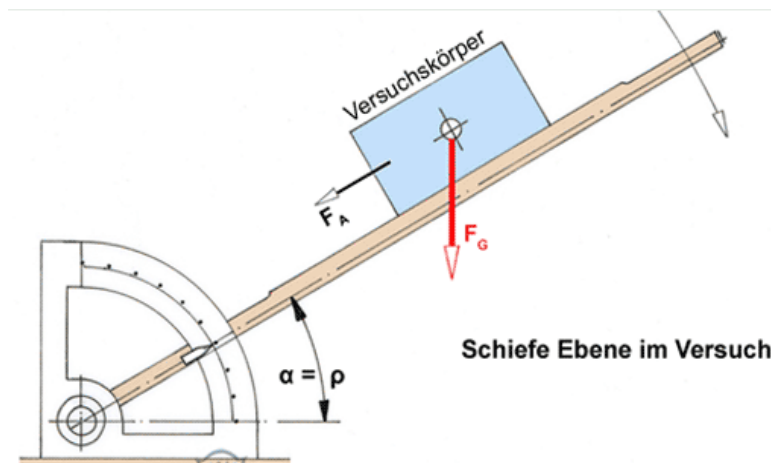


Abbildung 9: Beispiel schiefe Ebene

4.5 Gestell

Das Gestell (auch Chassis genannt), ist das Grundtragegerüst, auf dem die ganze Vorrichtung aufgebaut wird. Es gibt viele Parameter, die sich auf das Endprodukt auswirken. Einerseits soll die Konstruktion ausreichend stabil sein, um so die geforderte Traglast aufnehmen zu können. Andererseits soll sie nur so stabil wie nötig sein, da je nach Werkstoff und Komponenten das Gewicht ansonsten zu hoch wird, was sich wiederum auch negativ auf die Kosten auswirken kann. Es gilt mit dem richtigen Werkstoff und den richtigen Methoden das Optimum herauszuholen.

5 Konzipieren

5.1 Abstraktion

Es soll eine Motor-Montagevorrichtung entwickelt werden, mit der man Montage-, sowie Service- und Reparaturarbeiten an Motoren durchführen kann.

5.1.1 Formulierung 1:

Es soll eine Motor-Montagevorrichtung entwickelt werden, mit der man Arbeiten an Motoren durchführen kann.

5.1.2 Formulierung 2:

Es soll ein Montagesystem entwickelt werden, mit dem man Arbeiten an Motoren durchführen kann.

5.1.3 Formulierung 3:

Es soll ein System entwickelt werden, mit dem man arbeiten kann.

5.2 Black Box

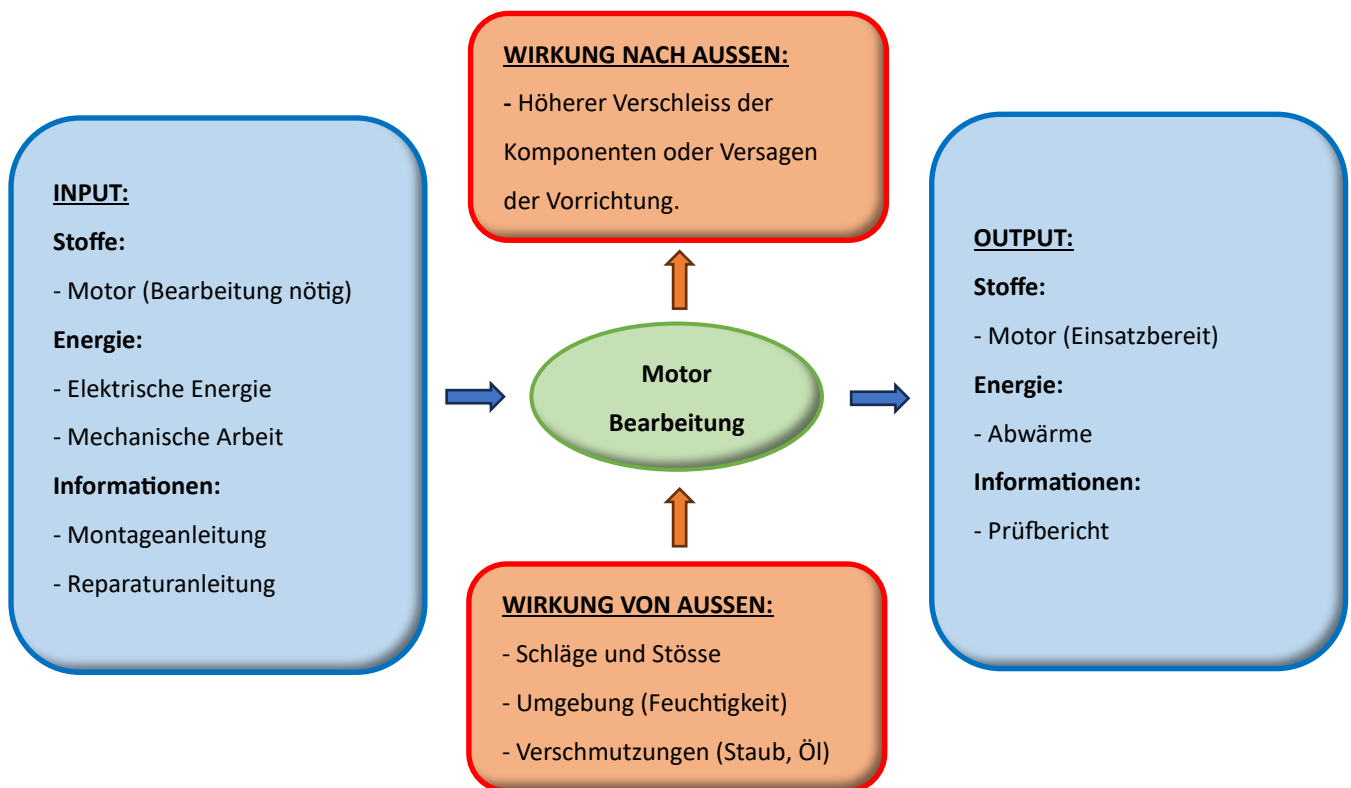


Abbildung 10: Black Box

5.3 Prinzipskizze / Grobkonzept

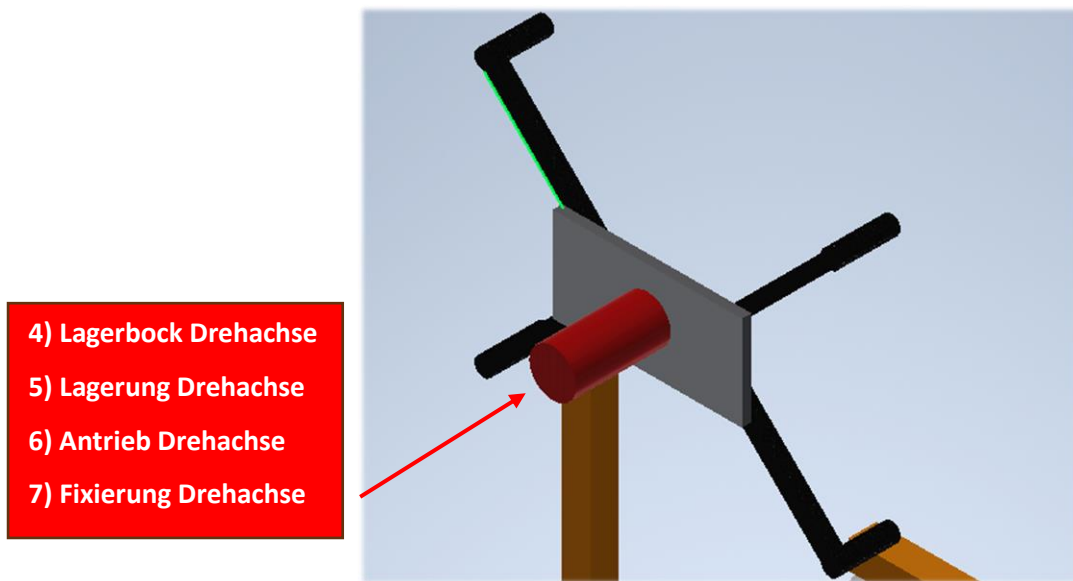


Abbildung 11: Ansicht 1 Prinzipskizze

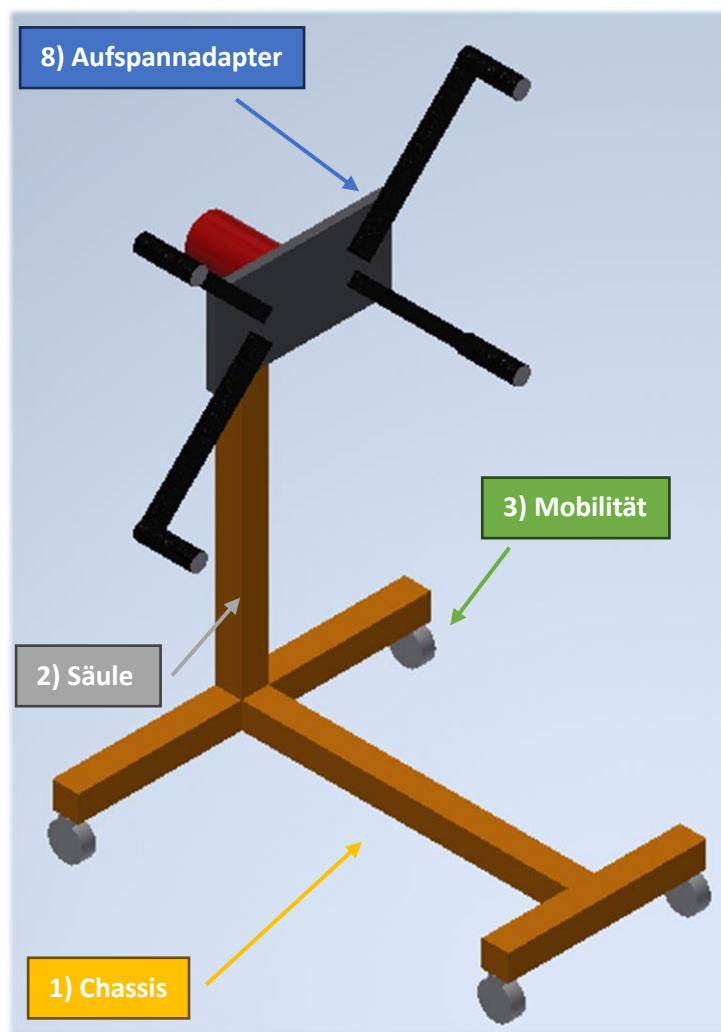


Abbildung 12: Ansicht 2 Prinzipskizze

5.4 Funktionsstruktur

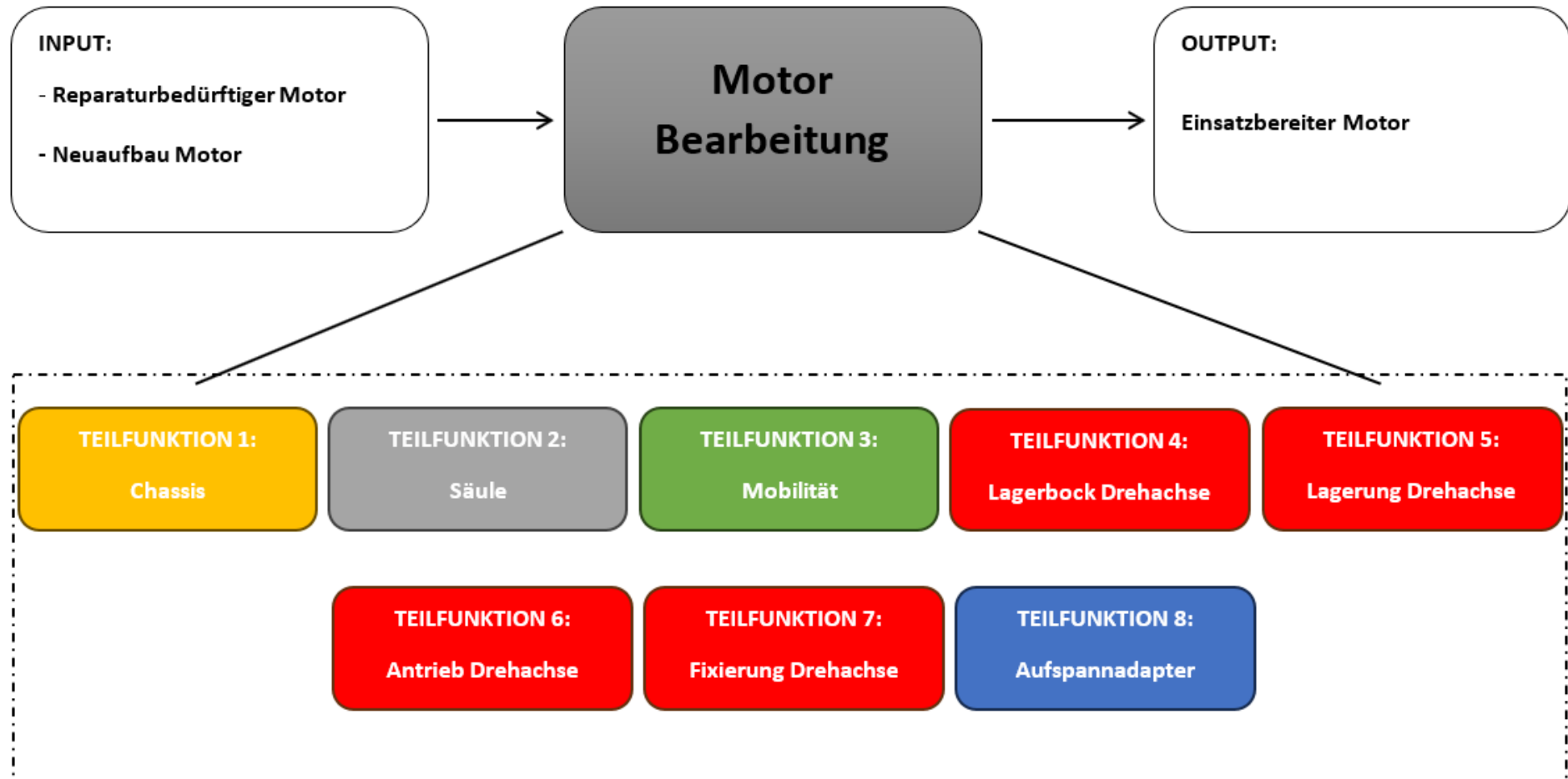


Abbildung 13: Funktionsstruktur

5.4.1 Beschreibung der Gesamtfunktion

Stoff:

- Der Black Box wird ein Motor hinzugefügt, wo dann die anstehenden Arbeiten verrichtet werden. Anschliessend verlässt der Motor die Blackbox wieder.

Energie:

- Elektrische Energie und mechanische Arbeit werden als Input eingebracht. Als Output folgt mechanische Leistung und Abwärme.

Information:

- Für die Arbeiten an Motoren gibt es von den Herstellern Montage- sowie Reparaturanleitungen, welche alle wichtigen Eckdaten des Prozesses beinhalten. Nach Beendigung erstellt der Mechaniker einen Prüfbericht, in dem die erledigten Arbeiten festgehalten werden.


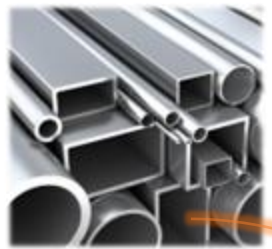









Wirkungen:

- Schläge und Stösse können der Vorrichtung zusetzen und die Abnutzung erhöhen. Eine feuchte Umgebung sowie Verschmutzungen begünstigen dies ebenso. Dies kann zu Materialschäden oder gar zum Versagen der ganzen Vorrichtung führen.

5.4.2 Auflistung der Teilfunktionen

- Teilfunktion 1: Chassis
- Teilfunktion 2: Säule
- Teilfunktion 3: Mobilität
- Teilfunktion 4: Lagerbock Drehachse
- Teilfunktion 5: Lagerung Drehachse
- Teilfunktion 6: Antrieb Drehachse
- Teilfunktion 7: Fixierung Drehachse
- Teilfunktion 8: Aufspannadapter

5.5 Morphologischer Kasten

Teilfunktion 1: Chassis			
Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Item-Profile	Stahl	Rostfreier Stahl	Gusseisen
			
Teilfunktion 2: Säule			
Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
T-Profil	U-Profil	I-Profil	Vierkant-Profil
			
Teilfunktion 3: Mobilität			
Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
Stehflansch fix	Palettenwagen	Rollen	Standfüsse fix
			
Teilfunktion 4: Lagerbock Drehachse			
Variante 4.1	Variante 4.2	Variante 4.3	Variante 4.4
Spanend gefertigt	Flanschlager	Stehlager	Schweissteil
			






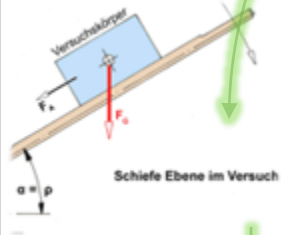

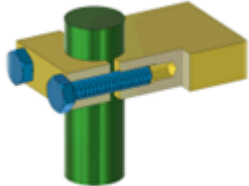
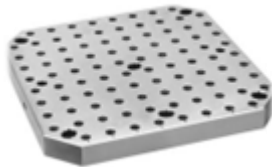
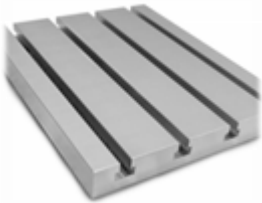
Teilfunktion 5: Lagerung Drehachse			
Variante 5.1 Wälzlager		Variante 5.2 Gleitlager	
			
Teilfunktion 6: Antrieb Drehachse			
Variante 6.1 Mechanisch		Variante 6.2 Elektrisch	
			
Teilfunktion 7: Fixierung Drehachse			
Variante 7.1 Formschlüssig	Variante 7.2 Selbsthemmung	Variante 7.3 Rücklaufsperre	Variante 7.4 Kraftschlüssig
			
Teilfunktion 8: Aufspannadapter			
Variante 8.1 Rastensystem		Variante 8.2 Nutensystem	
			

Tabelle 8: Morphologischer Kasten

5.6 Bewertung der Teilfunktionen

Die Teilfunktionen mit den jeweiligen Lösungsvarianten werden anhand definierter Kriterien analysiert und bewertet. Je höher die Gewichtung ausfällt, umso höher wird die Summe des Kriteriums. Sie wird berechnet, in dem man die gegebene Punktzahl mit der Gewichtung multipliziert. Die Kriterien werden mittels der Anforderungsliste sowie des Auftrages ausgewählt. Der Faktor für die Gewichtung wird von zwei bis vier gewählt.

5.6.1 Erläuterung der Kriterien

- Stabilität Faktor 4
- Montageaufwand Faktor 4
- Aufbau Faktor 2
- Handhabung Faktor 3
- Gewicht Faktor 2
- Sicherheit Faktor 4
- Wartung Faktor 2
- Kosten Faktor 2

5.6.2 Abkürzungen

GW: Gewichtung des Kriteriums (Faktor 1 bis 4)

Pkt: Gegebene Punktzahl

GP: Gesamtpunktzahl = Gewichtung * Gegebene Punktzahl

5.6.3 Punktebewertung

Anzahl Punkte	Bemerkung
0	Unbrauchbar
1	Gerade noch tragbar
2	Ausreichend
3	Gut
4	Sehr gut

Tabelle 9: Skala Punktebewertung

Teilfunktion 1: Chassis

		Variante 1.1		Variante 1.2		Variante 1.3		Variante 1.4	
Kriterien	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Stabilität	4	3	12	4	16	3	12	2	8
Gewicht	2	2	4	3	6	3	6	1	2
Sicherheit	4	3	12	3	12	2	8	2	8
Montageaufwand	2	4	8	4	8	4	8	2	4
Summe		36		42		34		22	

Tabelle 10: Auswertung Teilfunktion 1

Teilfunktion 2: Säule

		Variante 2.1		Variante 2.2		Variante 2.3		Variante 2.4	
Kriterien	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Stabilität	4	2	8	3	12	3	12	4	16
Kosten	2	2	4	2	4	2	4	2	4
Gewicht	2	2	4	3	6	3	6	2	4
Aufbau	2	2	4	3	6	2	4	3	6
Summe		20		28		26		30	

Tabelle 11: Auswertung Teilfunktion 2

Teilfunktion 3: Mobilität

		Variante 3.1		Variante 3.2		Variante 3.3		Variante 3.4	
Kriterien	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Handhabung	3	1	3	3	9	4	12	1	3
Aufbau	2	1	2	2	4	3	6	3	6
Kosten	2	2	4	2	4	3	6	4	8
Gewicht	2	3	6	4	8	3	6	3	6
Summe		15		25		30		23	

Tabelle 12: Auswertung Teilfunktion 3

Teilfunktion 4: Lagerbock Drehachse

		Variante 4.1		Variante 4.2		Variante 4.3		Variante 4.4	
Kriterien	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	2	4	3	6	3	6	2	4
Stabilität	4	3	12	2	8	2	8	3	12
Aufbau	2	3	6	1	2	2	4	3	6
Wartung	2	4	8	3	6	3	6	2	4
Summe		30		22		24		26	

Tabella 13: Auswertung Teilfunktion 4

Teilfunktion 5: Lagerung Drehachse

		Variante 5.1		Variante 5.2			
Kriterien	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP		
Stabilität	4	2	8	3	12		
Wartung	2	3	6	2	4		
Kosten	2	1	2	4	8		
Montageaufwand	2	2	4	2	4		
Summe		20		28			

Tabella 14: Auswertung Teilfunktion 5

Teilfunktion 6: Antrieb Drehachse

		Variante 6.1		Variante 6.2			
Kriterien	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP		
Kosten	2	3	6	2	4		
Montageaufwand	3	3	9	2	6		
Wartung	2	3	6	2	4		
Aufbau	2	3	6	2	4		
Summe		27		18			

Tabella 15: Auswertung Teilfunktion 6

Teilfunktion 7: Fixierung Drehachse

Kriterien	GW	Variante 7.1		Variante 7.2		Variante 7.3		Variante 7.4	
		Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Sicherheit	4	3	12	2	8	4	16	1	4
Handhabung	3	2	6	4	12	3	9	3	9
Kosten	2	2	4	2	4	2	4	3	6
Aufbau	2	2	4	2	4	2	4	3	6
Summe		26		28		33		25	

Tabella 16: Auswertung Teilfunktion 7

Teilfunktion 8: Aufspannadapter

Kriterien	GW	Variante 8.1		Variante 8.2	
		Pkt.	GP	Pkt.	GP
Montageaufwand	2	2	4	2	4
Handhabung	3	2	6	3	9
Kosten	2	2	4	2	4
Gewicht	2	2	4	2	4
Summe		18		21	

Tabella 17: Auswertung Teilfunktion

5.7 Auswertung der Lösungsvarianten

Lösung Orange	Punktzahl
Teilfunktion 1	42
Teilfunktion 2	30
Teilfunktion 3	30
Teilfunktion 4	30
Teilfunktion 5	28
Teilfunktion 6	27
Teilfunktion 7	33
Teilfunktion 8	21
Total	241

Lösung Grün	Punktzahl
Teilfunktion 1	36
Teilfunktion 2	28
Teilfunktion 3	25
Teilfunktion 4	26
Teilfunktion 5	20
Teilfunktion 6	18
Teilfunktion 7	28
Teilfunktion 8	18
Total	199

Tabella 18: Gesamtauswertung

5.7.1 Lösungsvariante Orange

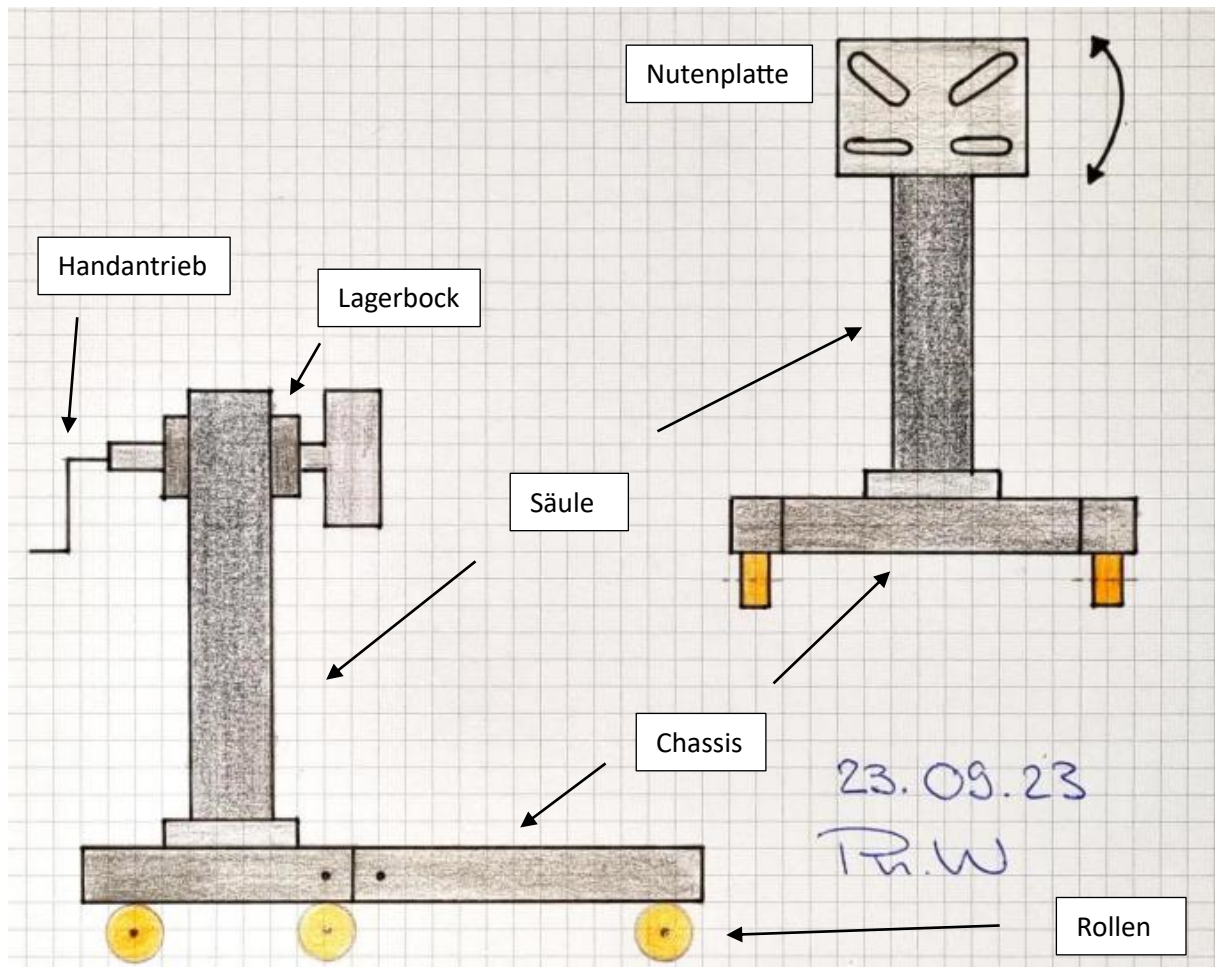


Abbildung 14: Lösungsvariante Orange

Bei der orangenen Lösungsvariante erfolgt das Verschieben mittels Rollen, die am Chassis befestigt werden. Dieses wird aus Stahlprofilen zusammengeschweisst. Das Schweißen ist ein Verfahren, mit dem man einzelne Komponenten – ohne zusätzliche Verbindungselemente – schnell verbinden kann. Der Lagerbock wird aus einem zerspanend bearbeiteten Werkstück gefertigt, wo die Gleitlager direkt eingepresst werden. Das Säulenprofil ist dabei das Verbindungselement der Lagerung. Angetrieben wird die Drehachse von Hand über einen langen Hebel oder einer Kurbel. Damit sich das System nicht drehen kann, entweder durch Einwirkung der Traglast oder durch nicht zentrische Kräfte, wird eine Lastmomentsperre verbaut. Das Säulenprofil wird mit dem Chassis fest verschraubt, um die Konstruktion in mehrere grössere Baugruppen aufteilen zu können.

5.7.2 Lösungsvariante Grün

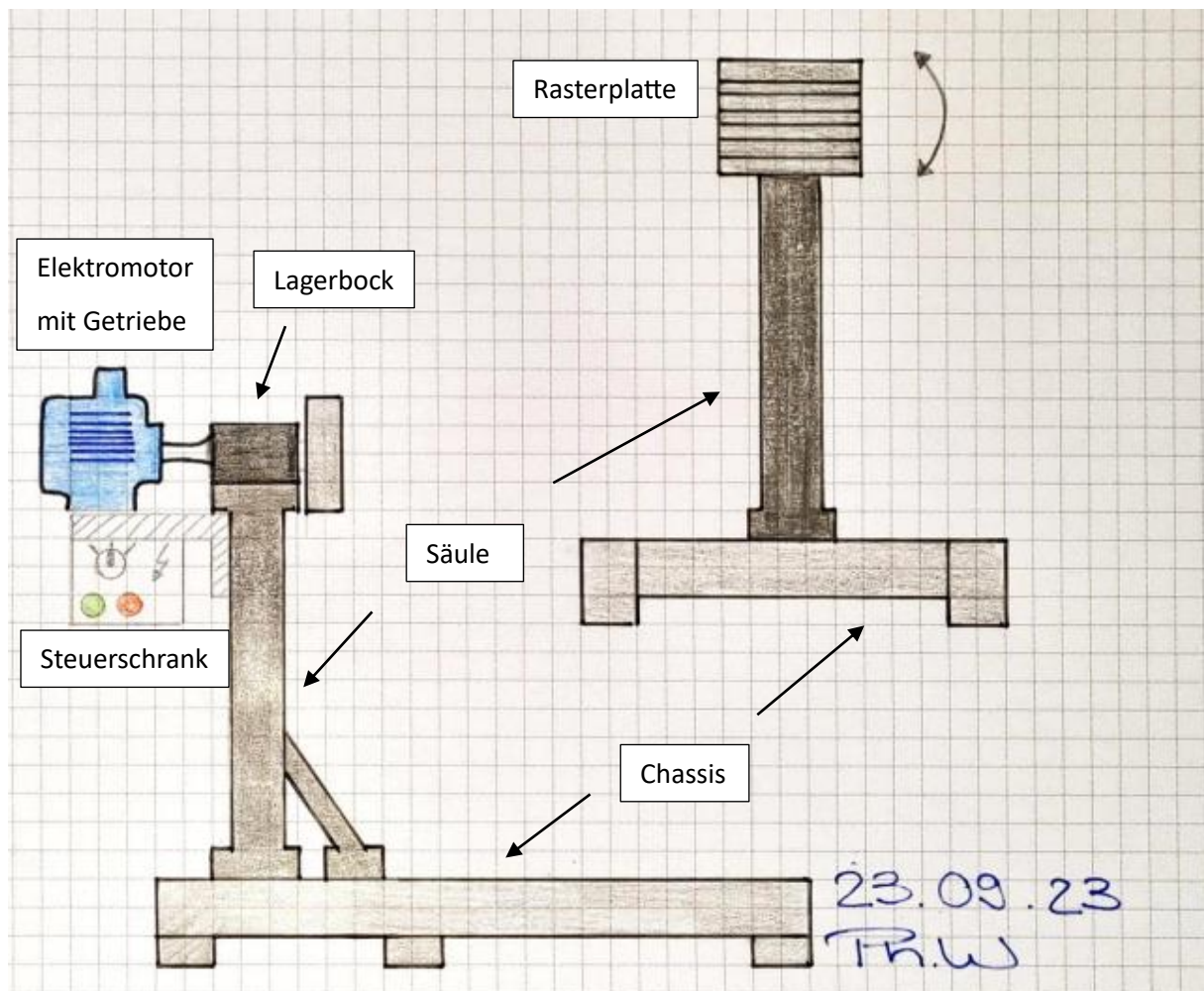


Abbildung 15: Lösungsvariante Grün

Die Drehachse soll von einem Elektromotor angetrieben werden. Dieser wird über ein Bedienpanel angesteuert. Damit die Lasten und Momente übertragen werden können, wird ein Getriebe eingesetzt. Schneckengetriebe haben hohe Untersetzungsverhältnisse, damit bei einer kleinen Drehzahl hohe Momente übertragen werden. Ausserdem können sie selbsthemmend sein, was bedeutet, dass keine zusätzlichen Systeme für die Fixierung der Drehachse benötigt werden. Das Chassis wird aus Item-Profilen zusammgebaut. Durch die einfache und flexible Handhabung können die Profile miteinander verschraubt werden. Das Chassis wird so konstruiert, dass man es mit einem Paletten Rollwagen frei verschieben und platzieren kann. Die Säule besteht aus zwei miteinander verschweissten U-Profilen. Mit einer Strebe wird die Säule zusätzlich gegen die hohe Last stabilisiert. Die Rasterplatte wird mit Befestigungsbohrungen gefertigt. Für die verschiedenen Motoren werden Haltestreben konstruiert, die sich flexibel mit dem Bohrungen befestigen lassen.

5.8 Entscheidung

Aufgrund der höheren Punktzahl, welche durch den morphologischen Kasten eruiert wurde, fällt die Entscheidung auf die orange Lösungsvariante. Ausserdem sind die Kosten für die orange Lösung geringer als die der grünen Lösung, da der Materialumfang entsprechend kleiner ausfällt. Als Basisversion eignet sie sich die orange Lösung besser, da auf dieser mit weiteren Optionen und Varianten aufgebaut werden kann. Der persönliche Entscheid für eine und damit gegen eine andere Lösung fiel jedoch nicht leicht, da beide Varianten grossartige Produkte ergeben könnten. Die obenstehenden Argumente für die orange Lösung überwiegen jedoch. Es wird die orange Lösungsvariante umgesetzt.

Im nächsten Schritt geht es nun um die detaillierte Ausarbeitung eines Lösungskonzeptes. Es werden Berechnungen zur Kräfteermittlung gemacht, um geeignete Komponenten auszuwählen, welche die Anforderungen an die Vorrichtung erfüllen. Die Konstruktion erfolgt mit der CAD-Software Autodesk Inventor Professional 2024. Es werden Fertigungszeichnungen gemacht, welche für die Offertanfragen benötigt werden, sowie Baugruppenzeichnungen mit den dazugehörigen Stücklisten. Um die Normen bei der Zeichnungserstellung einzuhalten, wird mit den Herstellerangaben und dem SNV Normen Auszug 2022 gearbeitet.

6 Entwerfen

6.1 Vordimensionieren

Um die passenden Komponenten auszuwählen und zu dimensionieren, wurde anhand einer Handskizze erste Berechnungen durchgeführt. Diese sollen dazu dienen, nicht ganz am Ziel vorbeizulaufen. Die Dimensionen werden mittels der Anforderungsliste ermittelt und gewählt. Die Motor-Montagevorrichtung besteht im Wesentlichen aus den Teilfunktionen, welche bei der Konzipierung definiert wurden. Um die Berechnungen genau durchzuführen, wird die Vorrichtung zuerst konstruiert, dann werden mit den effektiven Massen und Werten die Berechnungen entsprechend angepasst. Falls nötig werden nach den Berechnungen noch Nachkonstruktionen durchgeführt. Durch die groben Vorberechnungen können die wichtigsten Komponenten bereits richtig dimensioniert werden.

Als Referenz für die Vorberechnungen wurde der Motortyp D1556 von MAN gewählt. Dies ist ein 9-Liter Dieselmotor, der unter anderem in Lastwagen und/oder auch Traktoren verbaut wird. Diese Informationen wurden bei der Beat Kaufmann AG in Grosswangen eingeholt. Die Firma ist im Bereich Landmaschinen der Marke Fendt tätig. Das grösste Modell, welches in der Schweiz momentan verkauft wird, ist der Fendt 942. In diesem Modell wird dieser Motortyp ebenfalls verbaut. Auf Anfrage wurde abgeklärt, ob es möglich ist, 3D-Dateien durch den Generalimporteuer oder direkt beim Hersteller MAN zu beschaffen. Leider wurden die Anfragen abgelehnt und es konnten entsprechend keine Daten beschafft werden. Über die Recherche zum Motor konnten jedoch Mass- und Gewichtsangaben gefunden werden.

— TECHNISCHE DATEN

Motorbreite	mm	807
Motorlänge	mm	1.414
Motorhöhe	mm	1.103
Motorhöhe über Kurbelwelle	mm	860
Gewicht (trocken)	kg	860
Zylinderanordnung		Reihe
Zylinderanzahl		6

Abbildung 16: Technische Daten Motor MAN D1556

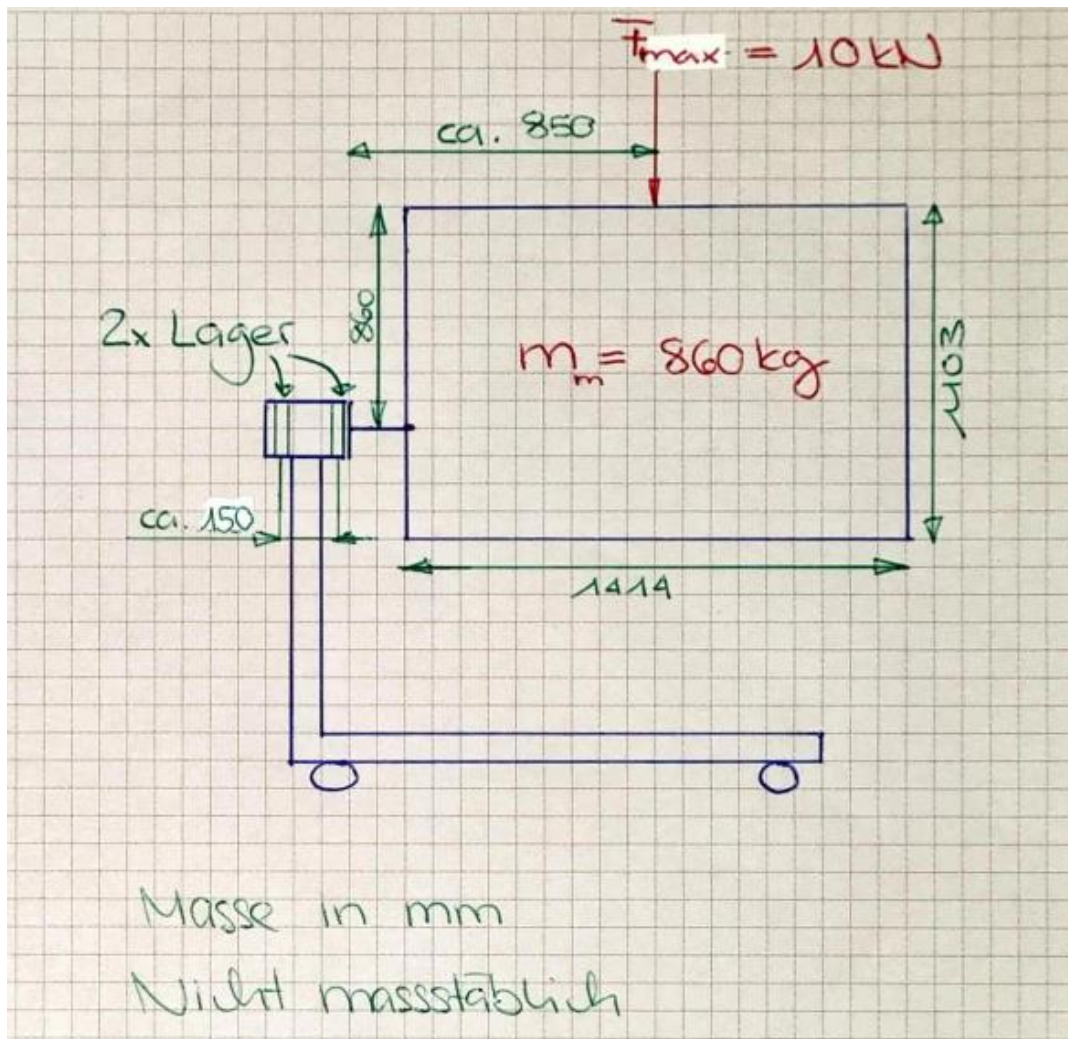
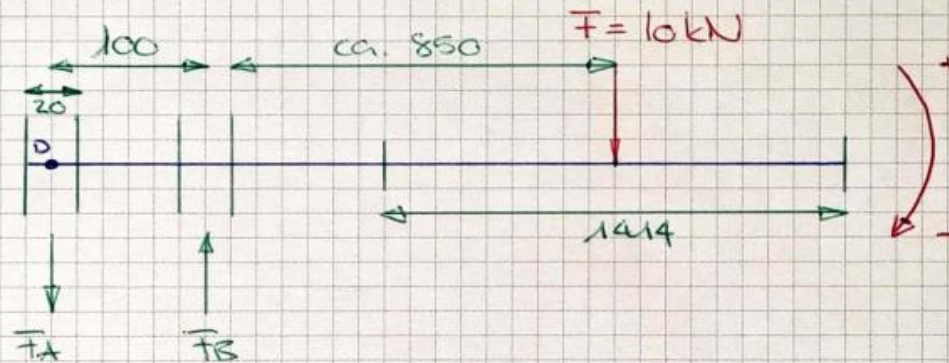


Abbildung 17: Vorberechnung 1

Ermittlung Lagerkräfte (provisorisch)

nicht massstäblich



$$\sum F_y = 0 = -\bar{F}_A + \bar{F}_B - \bar{F}$$

$$\sum M_{(D)} = 0 = \bar{F}_B \cdot 100\text{mm} - \bar{F} \cdot 960\text{mm}$$

$$= \bar{F}_B \cdot 100\text{mm} - 10\text{kN} \cdot 960\text{mm}$$

$$\bar{F}_B = \frac{10\text{kN} \cdot 960\text{mm}}{100\text{mm}} = 96\text{kN}$$

$$\bar{F}_A = \bar{F}_B - \bar{F} = 96\text{kN} - 10\text{kN} = 86\text{kN}$$

Abbildung 18: Vorberechnung 2

6.1.1 Material Grundgestell

Für das Chassis respektive das Grundgestell wird ein Stahlprofil nach EN 10219 mit den Dimensionen 80mm x 70mm und 3mm Wandstärke gewählt. Die Profile zeichnen sich durch ihre Steifigkeit und ihres Gewichtes aus. Gewählt wird der Werkstoff S235 oder S355, je nach Belastungen, welche bei den Berechnungen ermittelt werden. Durch die ausgezeichnete Schweissbarkeit des Werkstoffes lässt sich das Grundgestell besonders einfach zusammenfügen.

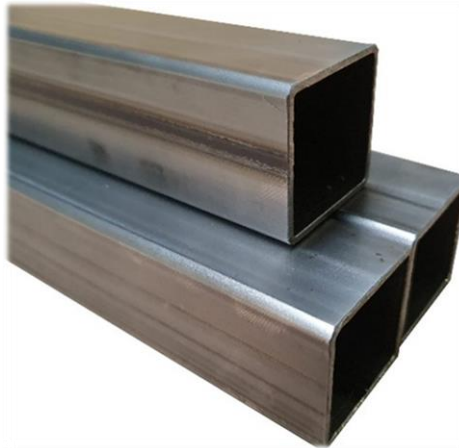


Abbildung 19: Stahlprofil

6.1.2 Material Säule

Die Säule ist eine der meistbelasteten Komponenten der Montagevorrichtung. Sie muss das ganze Gewicht des Motors stützen sowie alle Stösse und Erschütterungen während des Montagebetriebs ertragen. Die Biegebelastung wird entsprechend hoch sein. Gewählt wird deshalb ein Vierkantprofil mit den Dimensionen 160mm x 160mm und 8mm Wandstärke. Diese Grösse wird benötigt, um den Lagerabstand zu vergrössern, sodass die Auflagerkräfte der Lager verringert werden, um aufgrund der Wandstärke genügend Stabilität zu erreichen. Das Profil entstammt ebenfalls aus der Norm EN 10219 und aus dem Werkstoff S235. Verfügbar ist dieses Profil beim Hersteller Debrunner Acifer AG.

6.1.3 Mobilität

Die Vorrichtung soll verschiebbar sein, auch wenn ein Motor aufgespannt ist. Mit 1000 kg Traglast und dem Eigengewicht erfordert dies entsprechend stabile Rollen. Der Hersteller Rollen Plus bietet ein breites Angebot an Rollen, Reifen und Räder aller Art an. Es wurde eine Schwerlast-Rolle mit einer Traglast von 500kg ausgewählt. Da nicht nur eine sondern vier Rollen benötigt werden, kann das gesamte Gewicht verteilt werden.



Max. Traglast:	500kg
Raddurchmesser:	125mm
Lagerung:	Doppelkugellager
Bauhöhe:	164mm
Bautyp:	Lenkrolle

Abbildung 20: Schwerlast-Rolle

6.1.4 Lagerung Drehachse

Den passenden Lagerbock für die Bedürfnisse des Produkts zu finden ist eine schwierige Aufgabe. Für diesen spezifischen Auftrag wird ein Lagersystem mittels CAD entwickelt, um die Funktion der Vorrichtung bestmöglich zu nutzen. Entwickelt wurde ein Flansch, der auf beiden Seiten des Säulenprofiles angeschraubt wird. In den Lagerflansch wird ein MBW-Gleitlager vom Hersteller GGT Gleitlager AG ausgewählt. Die erste Wahl fiel zuerst auf eine Stahlbuchse des Typs GGT200C, da sie hohe Lagerbelastungen bis 250 N/mm^2 aufnehmen kann. Auf Nachfrage beim Hersteller, ob die Wahl geeignet und wie das Preisverhältnis ist, wurde jedoch ein MBW-Gleitlager empfohlen. Es ist in allen Normgrößen erhältlich und hat eine selbstschmierende Eigenschaft durch Festschmierstoff Depots. Bei kleinsten Reibungen zwischen der Lagerwelle und des Lagerwerkstoffes werden Schmierstoffe freigesetzt. Diese Gleitlager sind günstiger als Stahlbuchsen und in kleinsten Mengen verfügbar. Die Stahlbuchsen werden nur auf Kundenbestellung ab einer Mindestmenge von 100 Stück gefertigt. Die MBW-Gleitlager sind ebenfalls für hohe Belastungen geeignet und zeigen eine Unempfindlichkeit gegen Schwell- und Wechselbelastung auf.

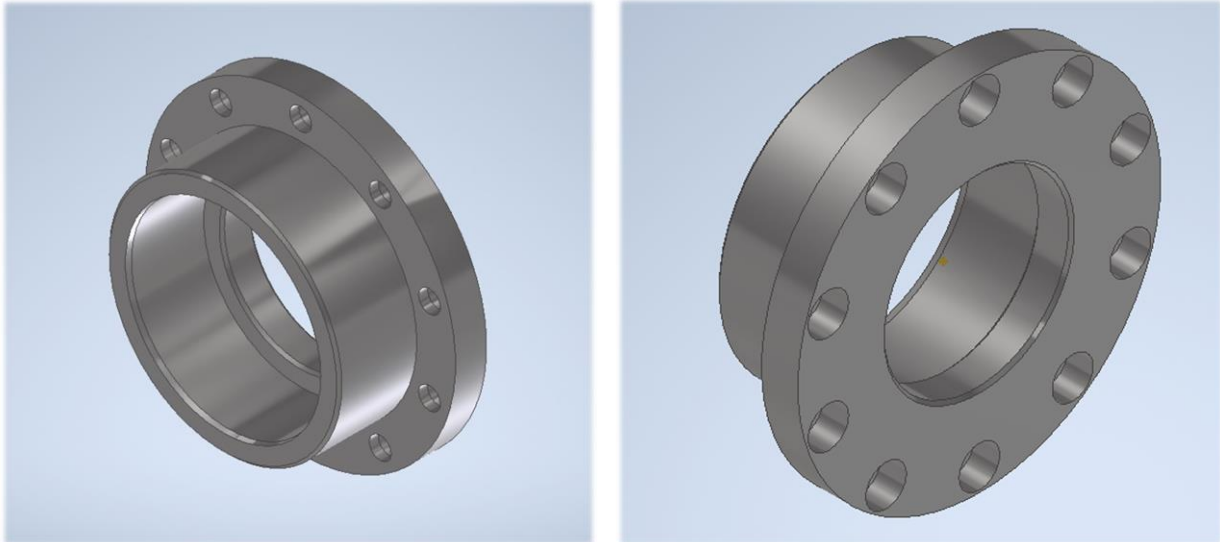


Abbildung 21: Lagerflansch Ansicht hinten und vorne



Werkstoff:	CuZn25Al5Mn4Fe3
Dichte:	8 kg/cm ³
Zul. Flächenpressung:	100 N/mm ²
Zugfestigkeit:	> 750 N/mm ²
Streckgrenze:	> 450 N/mm ²
Dimension :	60F7 x 75m6 x 30mm

Abbildung 22: MBW-Gleitlager

6.2 Lastmomentsperre

Während des Montagebetriebes darf sich die Drehachse nicht bewegen, sei es durch Eigenkräfte oder Fremdeinwirkung des Mechanikers am Motor. Die Firma Ringspann AG bietet verschiedene Lösungen für diese Art der Verwendung an. Als effektive und sichere Lösung wird eine Lastmomentsperre gewählt. Diese gehört zur Gruppe der Freiläufe und wird als beidseitig wirkende Rücklaufsperre eingesetzt. Liegt am Motor eine Kraft an, die ein Verdrehen der Lagerwelle verursacht, wird die Nabe (1) beidseitig durch die Klemmrollen (5) ans Aussenteil (2) verklemmt. Die Klemmrollen werden durch eine Anpressfeder (6) auseinandergedrückt. Durch eine wirkende Kraft des Mechanikers wird mit den Betätigungsstiften (3) eine der Klemmrollen gegen die Anpressfeder gedrückt, damit diese Klemmrolle nicht mehr im Eingriff ist. Die andere Klemmrolle übt dabei weiterhin eine haltende Kraft in die Gegenrichtung aus. Dieses Verfahren ist in beide Drehrichtungen möglich. Gewählt wurde der Typ IR35 R mit einem maximal übertragbaren Drehmoment von 200Nm.

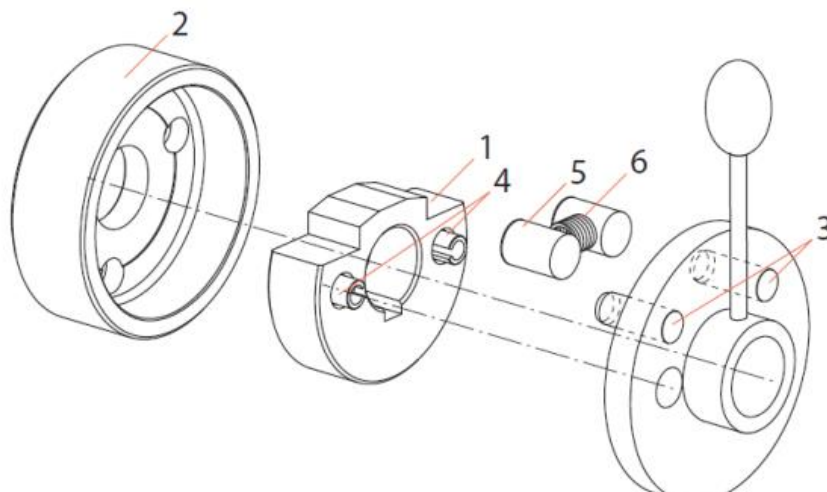


Abbildung 23: Explosionszeichnung Lastmomentsperre

6.3 Konstruieren

Nach dem Vordimensionieren kann mit dem effektiven Konstruieren begonnen werden. Als CAD-Programm wurde Autodesk Inventor Professional 2024 gewählt. Alle Einzelteile wurden selbstständig gezeichnet. Bei Normteilen wurden die 3D-Daten von der Webseite «Traceparts» entnommen. Auf den nachfolgenden Seiten wird aufgezeigt, wie die Vorrichtung umgesetzt wurde. Die Motor-Montagevorrichtung wird als Baugruppe dargestellt und beschrieben. Ebenso die einzelnen Unterbaugruppen.

6.3.1 Grundgestell

Das Grundgestell wird aus Vierkant Stahlprofil mit den Massen 80mm x 70mm und 3mm Wandstärke gebaut. Die längen und breiten Masse bestimmen auch die Dimensionen, wenn die Vorrichtung nicht verwendet und platzsparend verstaut wird. Es besteht aus zwei Längsprofilen (1) und zwei Querstreben (2). Auf den Querstreben werden das Säulenprofil sowie alle anderen Komponenten angeschraubt. Die hochstehenden Profile (3) sollen die Ausleger, welche die Traglast stützen, verstauen. Bei Nichtgebrauch werden sie vorne aus dem Grundgestell ausgezogen und in die hochstehenden Profile gesteckt. Die Halteplatten (4) werden benötigt um die Schwerlast-Rollen anzuschrauben. Das ganze Grundgestell wird fest miteinander verschweisst.

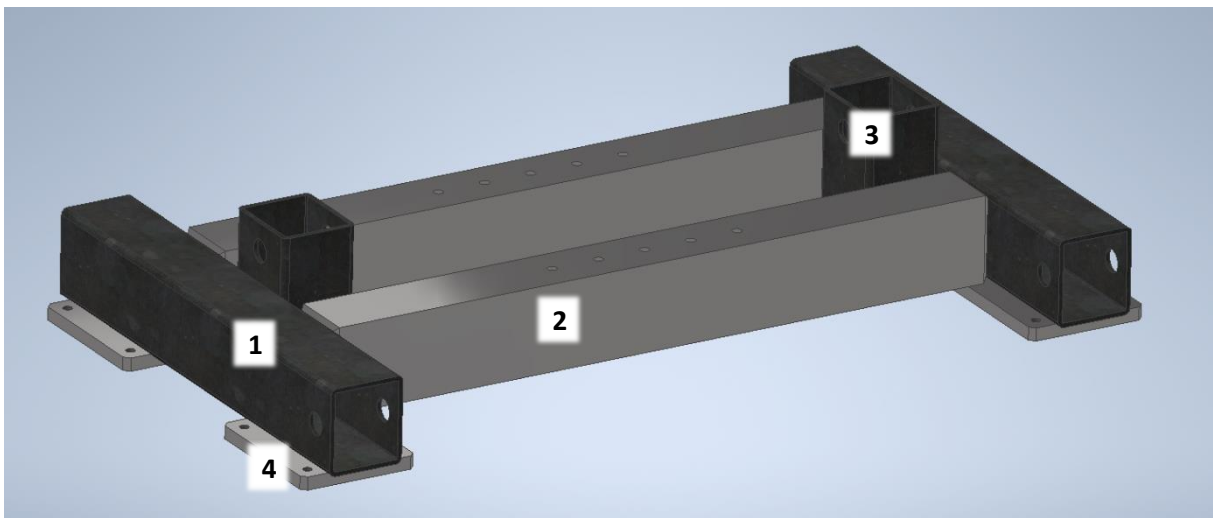


Abbildung 24: Grundgestell

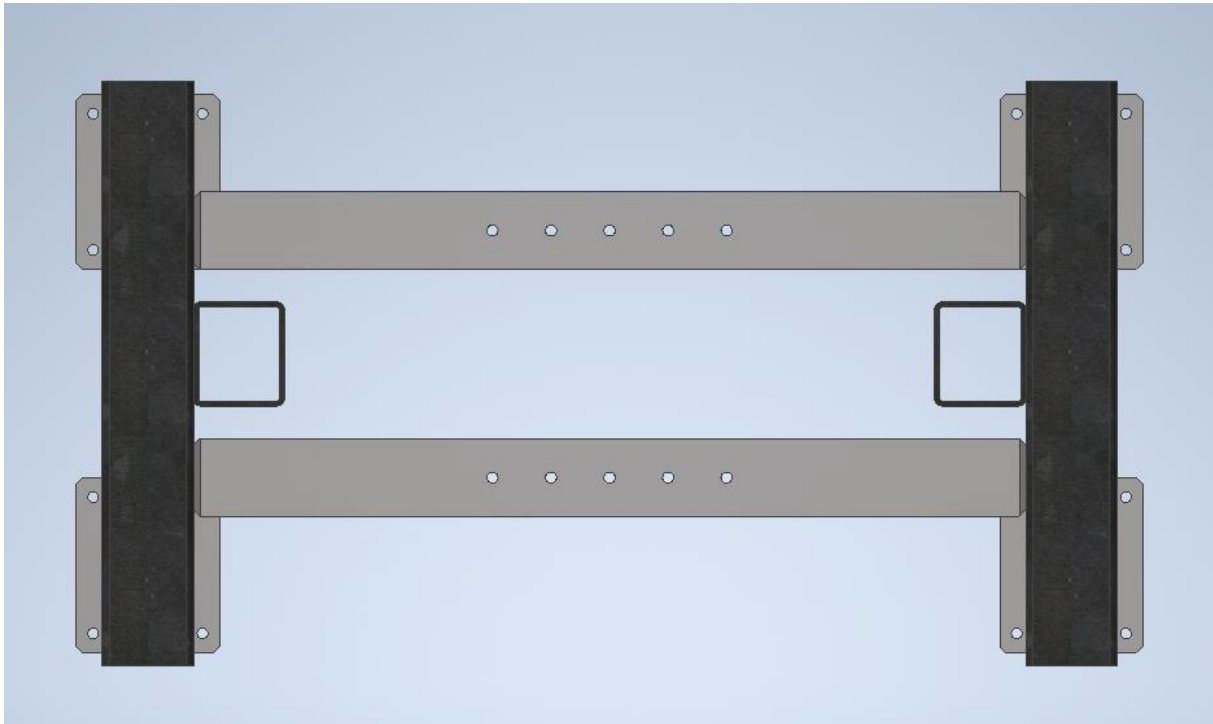


Abbildung 25: Grundgestell Ansicht oben

6.3.2 Säulenträger

Als Profil wurde ein quadratischer Querschnitt gewählt. Die Masse des Profils betragen 160mm x 160 mm und 8mm Wandstärke. Am Profil sind beidseitig Bohrungen vorhanden um den Lagerflansch zu befestigen. Am unteren Ende wird es mit der Säulenplatte verschweisst. Diese hat die Masse 220mm x 220mm und eine Materialstärke von 15mm. Mit je 5 Schrauben wird die Platte vorne und hinten mit dem Grundgestell verschraubt.

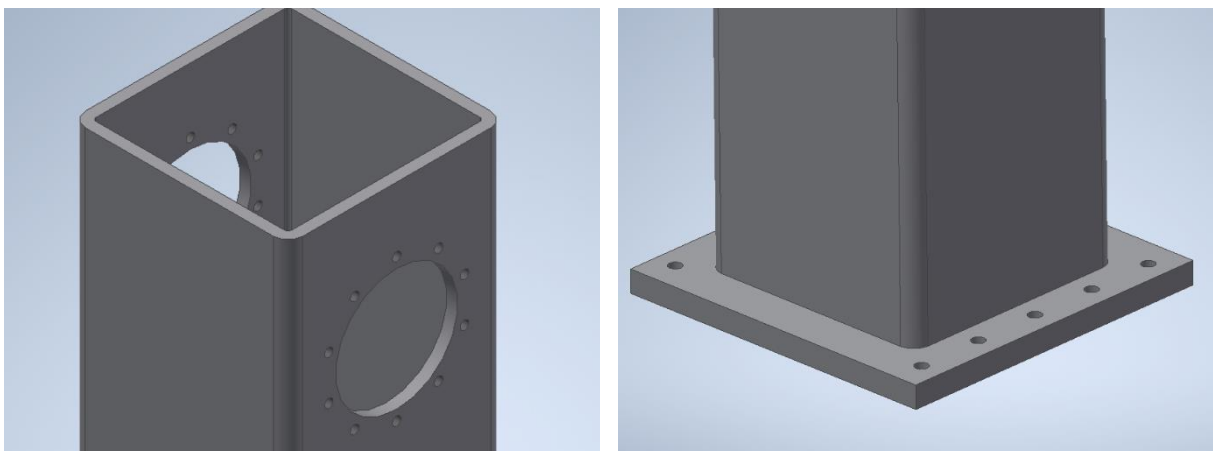


Abbildung 26: Säulenträger

6.3.3 Lagerung

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das Lagerungsprinzip, welches speziell für diese Anwendung entwickelt wurde. Man sieht die bereits verschraubten Lagerflansche (1) mit den vorher eingepressten Gleitlagern. Die Lagerwelle (2) wird vor dem Festziehen der Schrauben eingesetzt, damit beide Flansche fluchtend sind mit der Welle. Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Welle in axialer Richtung nicht fest gesichert. Als Anschlag dient die Anschraubplatte (3), welche mit dem Lagerflansch und dem Profil verschraubt wird. Anschliessend wird die Lastmomentsperre (4) montiert. Mit einer Passfeder wird diese mit der Lagerwelle verbunden. Darauf wird die Mitnehmerplatte (5) gesteckt, die formschlüssig mit dem inneren Teil der Lastmomentsperre verbunden ist. Mit ihr kann eine Drehbewegung ermöglicht werden. Damit die Welle in axialer Richtung fixiert ist, wird sie mit einem Sicherungsring befestigt.

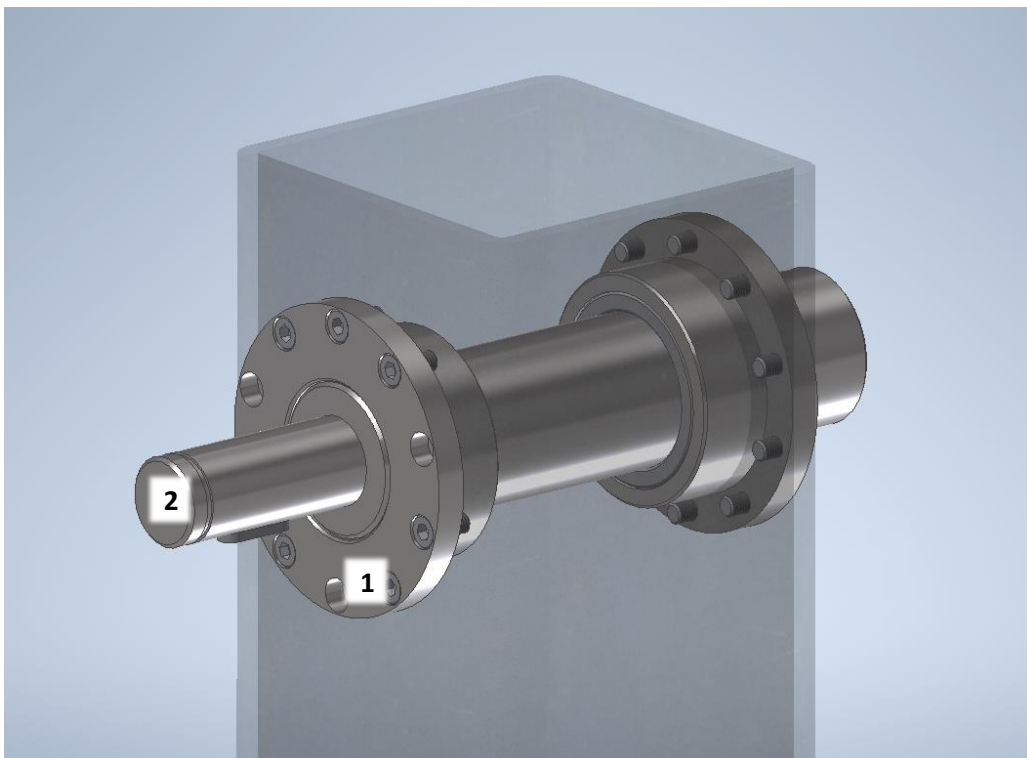


Abbildung 27: Lagerung Schritt 1

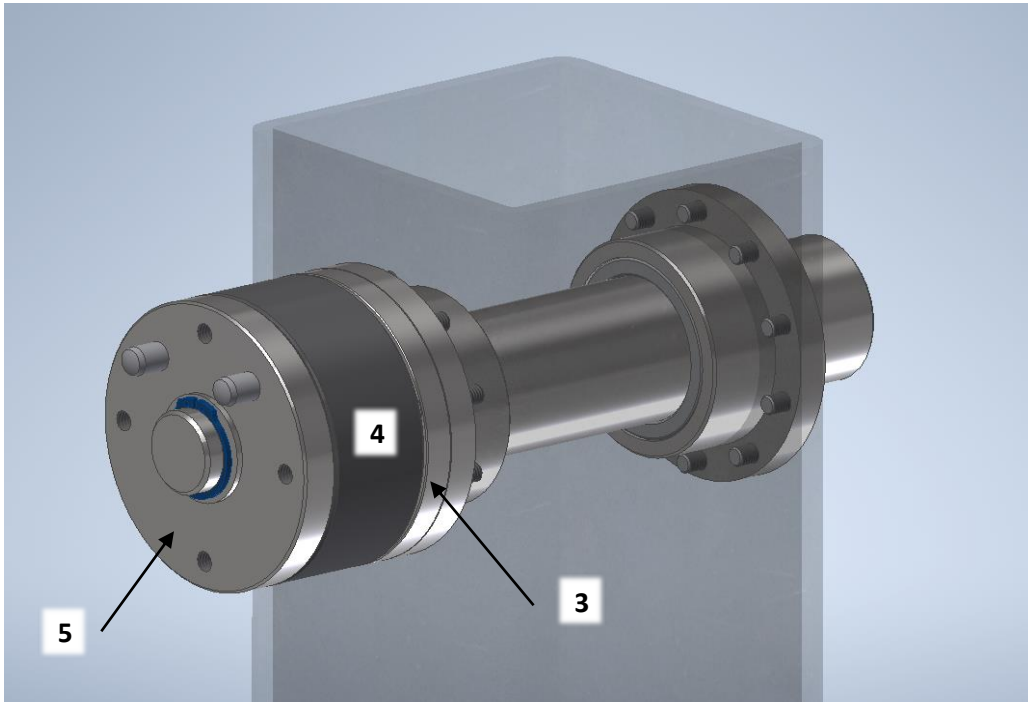


Abbildung 28: Lagerung Schritt 2

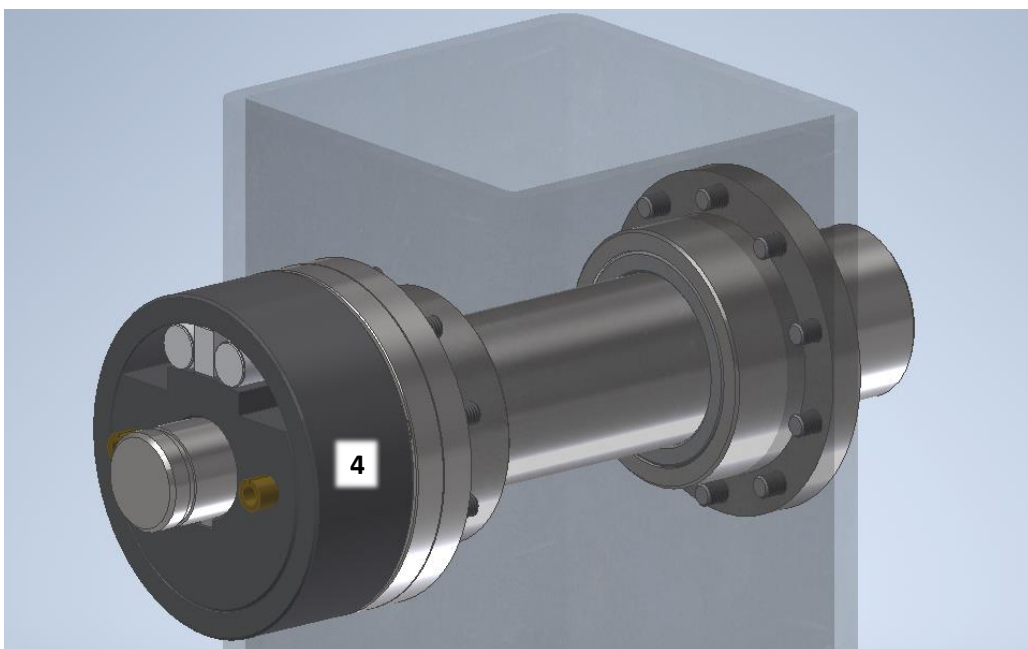


Abbildung 29: Lagerung Schritt 3

6.3.4 Ausleger

Als Profil für den Ausleger wird derselbe Werkstoff verwendet wie beim Grundgestell. Damit diese beiden Profile verbunden werden können, befestigt man ein Verbindungsteil dazwischen. Am Ausleger wird eine M20 Schraube benutzt, um eine feste Verbindung zu erstellen. Für eine schnelle Montage und Demontage verwendet man einen Bolzen, der mit einem Klappstecker gesichert ist. Am anderen Ende des Profils befindet sich eine Halteplatte, die für jeweils eine Schwerlast-Rolle ebenfalls angeschweisst wird.

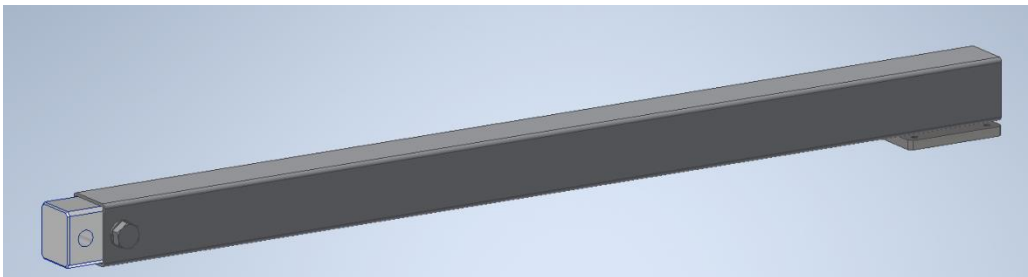


Abbildung 30: Ausleger

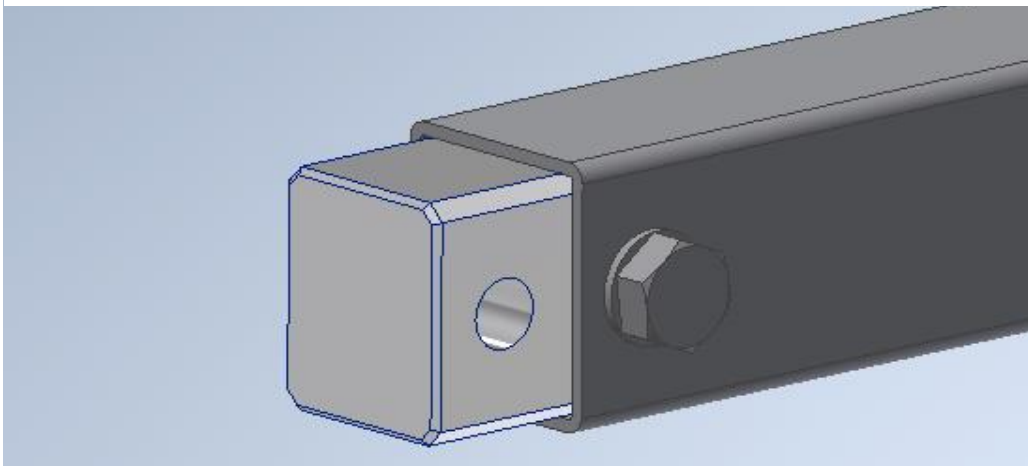


Abbildung 31: Verbindungsteil

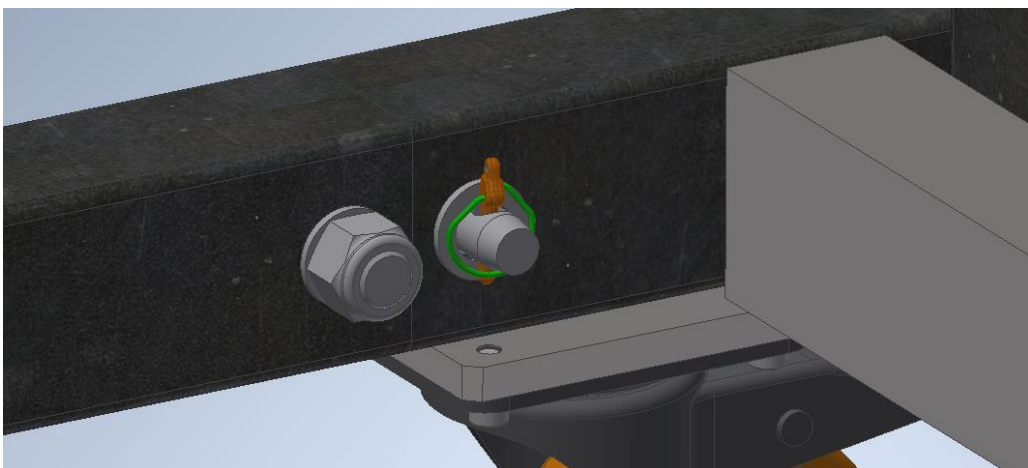


Abbildung 32: Ansicht Sicherungsbolzen mit Klappstecker

6.3.5 Aufspannsystem

Für die Aufspannung wurde eine Aluminiumplatte gewählt, an der Spannelemente variabel über Langlöcher eingestellt werden können. Je nach Anwendung kann die Anzahl der Spannelemente zwischen vier und acht Stück gewählt werden. Da jeder Motorenflansch anders konstruiert ist und andere Abmessungen hat, ist es wichtig, dass das Aufspannsystem flexibel einstellbar ist. Um das ganze System drehen zu können, verschiebt man die Drehscheibe (1) am hinteren Ende der Lagerung. An dieser ist eine Schlüsselweite vorhanden, mit der man mittels einer Stecknuss und einer Ratsche das System drehen kann.

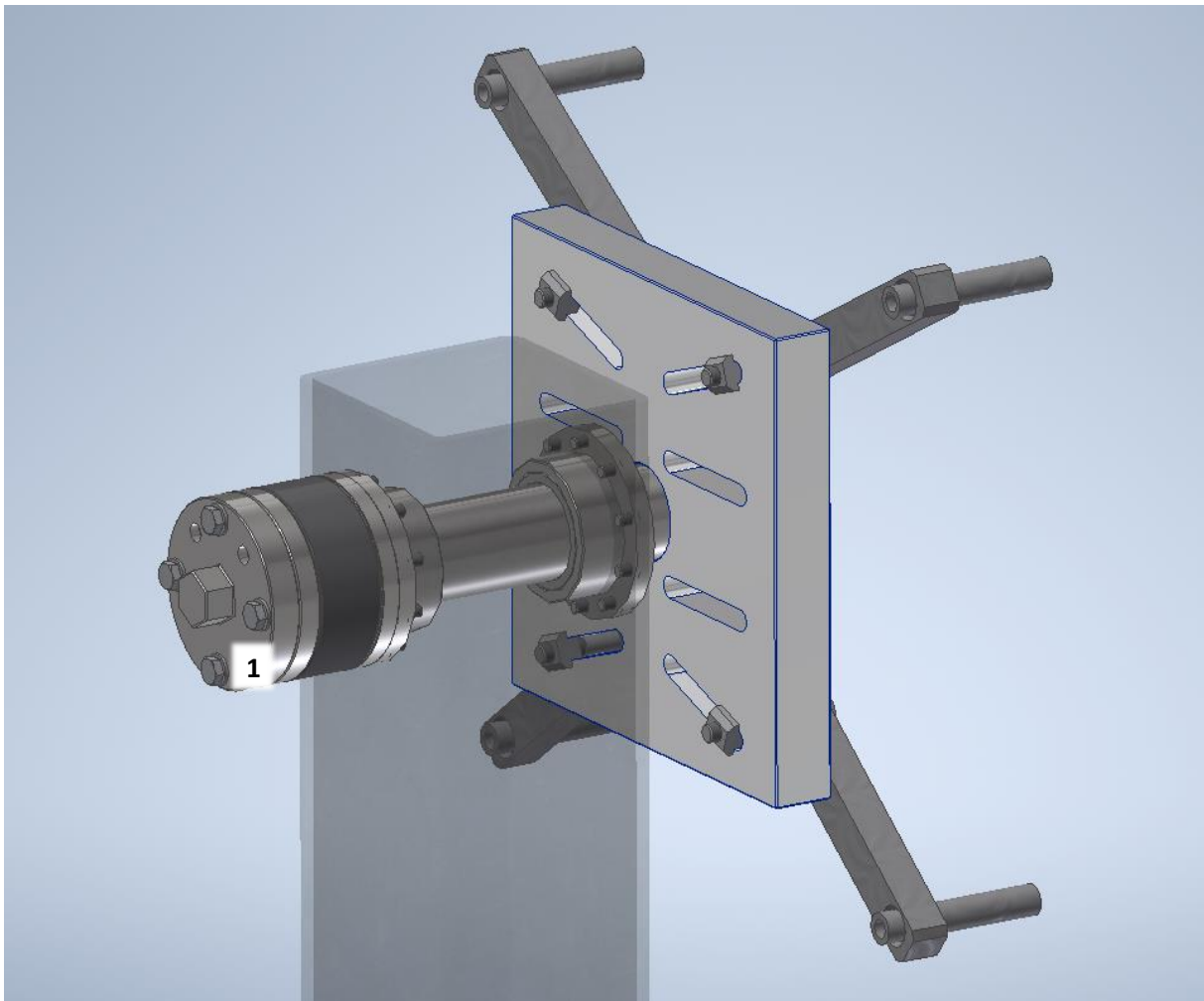


Abbildung 33: Aufspannsystem Ansicht Seite

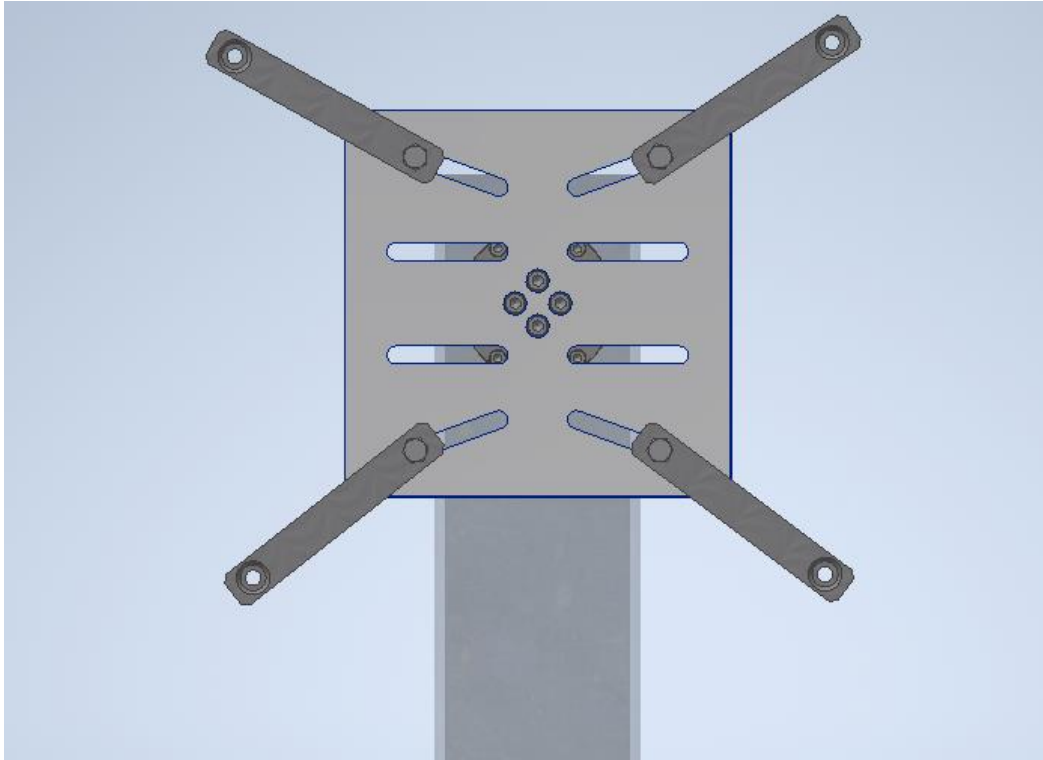


Abbildung 34: Aufspannsystem Ansicht vorne

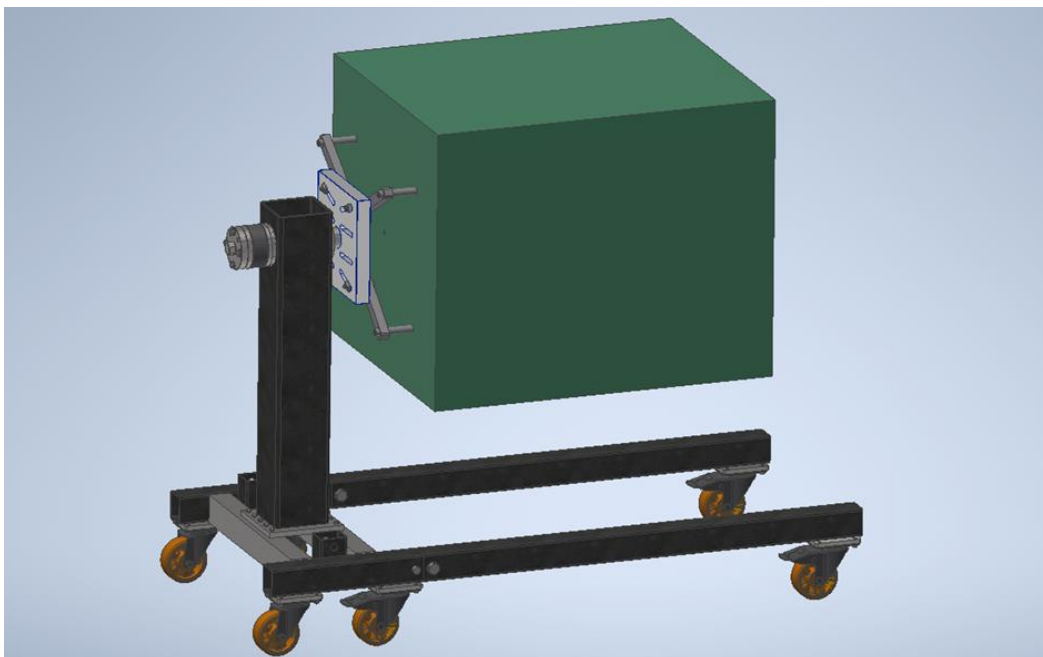


Abbildung 35: Motor-Montagevorrichtung

Die Motor-Montagevorrichtung wurde fertig konstruiert. Obenstehend ist eine Ansicht in Arbeitsposition mit einem aufgespannten Motor der geforderten Masse gemäss Anforderungsliste. Die Ansicht des Motors wurde sinnbildlich durch einen grünen Quader dargestellt, da keine 3D-Daten zur Verfügung standen.

6.4 Berechnungen

Nach dem Konstruieren erfolgen die Berechnungen, um zu bestätigen, ob alle Komponenten den Belastungen entsprechen. Andernfalls müssen Verbesserungen und Nachkonstruktionen vorgenommen werden. Einzelne, grobe Berechnungen wurden bereits vorgängig gemacht damit die ungefähren Kräfte bekannt sind und in den Konstruktionen entsprechend berücksichtigt werden konnten. Berechnet werden alle Komponenten mit der Traglast von 10kN. Zusätzlich wird mit einem Sicherheitsfaktor von 40% gerechnet, um zu eruieren, ob diese Last noch zulässig ist. Die maximale Auslegung entspricht dann einer maximalen Gewichtskraft von 14kN.

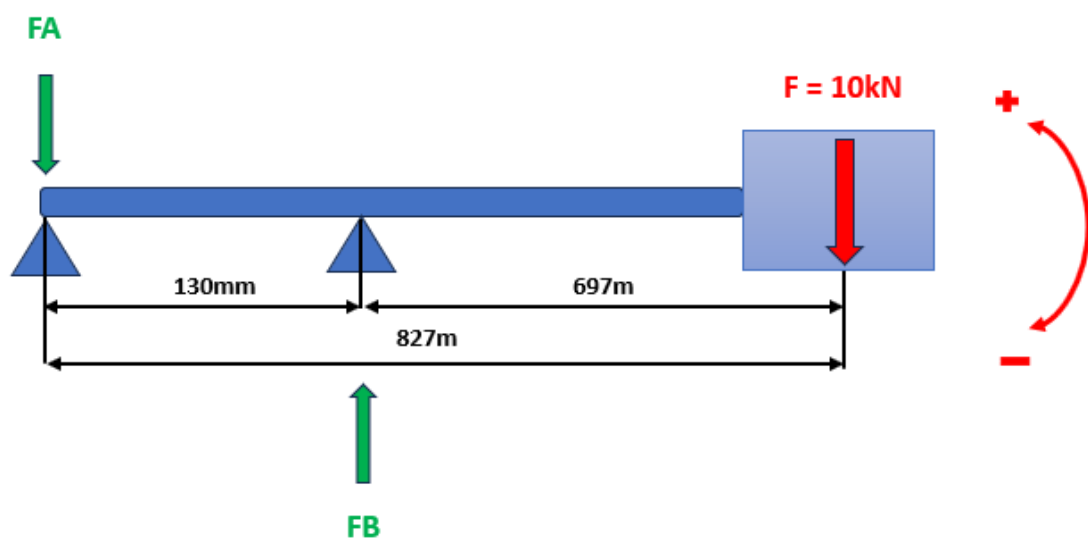
6.4.1 Berechnungen Lagerung

6.4.1.1 Durchmesser Lagerwelle

Die Lagerwelle trägt die gesamte Traglast und ist somit auf Biegung belastet. Lager A stellt ein Festlager dar und Lager B ein Loslager. Der Motor mit der Kraft F wird als freihängende Einzellast betrachtet. Es gilt, den erforderlichen Wellendurchmesser zu berechnen. Als Referenz zur Konstruktion wurde bereits eine ungefähre Berechnung gemacht.

Gegeben:

Werkstoff:	ETG100
Streckgrenze (R_e):	800 N/mm ²
Zul. Biegespannung:	$\sigma_{b\text{zul}} = 0.6 * R_e = 480 \text{ N/mm}^2$
Sicherheitsfaktor:	$v = 1.4$



$$M_b = F * 697\text{mm} = 10000\text{N} * 697\text{mm} = 6'970'000\text{Nmm}$$

$$d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{32 * M_b}{\pi * \sigma_{b\ zul}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 6'970'000Nmm}{\pi * 480 N/mm^2}} = 52.9mm$$

Gewählt: $d = 60mm$

$$Mb_{max} = F * v * 697mm = 10000N * 1.4 * 697mm = 9'758'000Nmm$$

$$d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{32 * M_b}{\pi * \sigma_{b\ zul}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 9'758'000Nmm}{\pi * 480 N/mm^2}} = 59.2mm$$

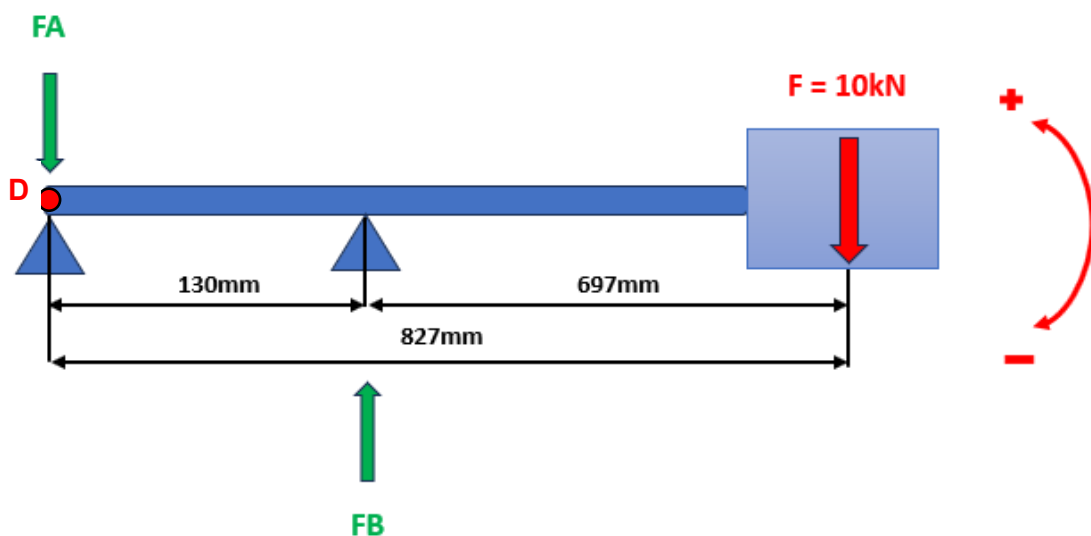
Gewählt: $d = 60mm$

Der gewählte Durchmesser von 60mm reicht auch mit dem Sicherheitsfaktor noch. Damit wurde die Lagerwelle korrekt und ausreichend dimensioniert.

6.4.1.2 Ermittlung Auflagerkräfte FA und FB

Als Nächstes werden die Auflagerkräfte berechnet. Der Drehpunkt (D) wird beim Lager A angenommen, wo die Kraft FA wirkt. Mit dem einberechneten Sicherheitsfaktor von 40% werden die maximalen Auflagerkräfte ermittelt.

$$F_{max} = F * v = 10000N * 1.4 = 14000N$$



$$\sum F_y = 0 = -FA + FB - F_{max}$$

$$\sum M_{(D)} = 0 = FB * 130mm - F_{max} * 827mm$$

$$FB = \frac{F_{max} * 827mm}{130mm} = \frac{14000N * 827mm}{130mm} = 89061.5N = 89.1kN$$

$$FA = FB - F_{max} = 89061.5N - 14000N = 75061.5N = 75.1kN$$

6.4.1.3 Berechnung Flächenpressung Gleitlager

Gewählt wurden zwei MBW-Gleitlager mit den Abmessungen 60F7 x 75m6 und einer Breite von 30mm. Mit den vorher berechneten Auflagerkräften FA und FB kann die vorhandene Flächenpressung in den Lagern berechnet werden. Diese werden dann mit den zulässigen Werten des Herstellers verglichen.

Gegeben:

Werkstoff:	CuZn25Al5Mn4Fe3
Streckgrenze (Re):	450 N/mm²
Auflagerkräfte:	FA = 75.1kN / FB = 89.1kN
Zul. Flächenpressung:	p_{zul} = 100 N/mm²

$$p_A = \frac{FA}{A_{proj}} = \frac{FA}{d * b} = \frac{75.1 * 1000 N}{60mm * 30mm} = 41.7 N/mm^2$$

$$p_B = \frac{FB}{A_{proj}} = \frac{FB}{d * b} = \frac{89.1 * 1000 N}{60mm * 30mm} = 49.5 N/mm^2$$

Die vorhandene Flächenpressung an beiden Lagern liegt unter dem zulässigen Wert. Sie können deshalb ohne Probleme verbaut werden. Als Ergänzung wird untenstehend noch aufgezeigt, wie gross die maximale Kraft sein kann bei diesem Lagertyp:

$$F_{max} = p_{zul} * A_{proj} = p_{zul} * d * b = 100 N/mm^2 * 60mm * 30mm = 180'000N$$

6.4.2 Berechnung Lagerflansch

Der Lagerflansch stellt den Zusammenhalt des ganzen Lagerungssystems dar. Einerseits wird der Flansch mittels 10 Zylinderschrauben an der Säule befestigt, andererseits liegt die Auflagerkraft der Gleitlager an. Im gefährdeten Querschnitt des Flansches wirken Schubkräfte. Der Querschnitt muss hoch genug sein, um die Kräfte aufnehmen zu können. Zur Berechnung wird mit der höheren Auflagerkraft «**FB**» gerechnet.

6.4.2.1 Schubspannung im Lagerflansch

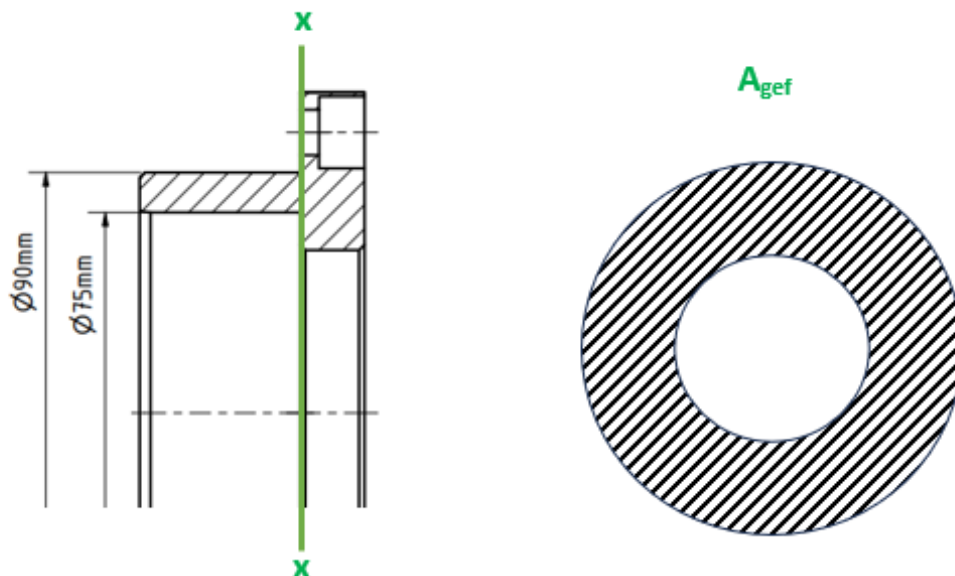
Gegeben:

Werkstoff: S235JR

Streckgrenze (Re): 800 N/mm²

Zul. Schubspannung: $\tau_{a \text{ zul}} = 0.6 * Re = 141 \text{ N/mm}^2$

Auflagerkraft FB: 89.1kN



$$A_{gef} = (D^2 - d^2) * \frac{\pi}{4} = ((90\text{mm})^2 - (75\text{mm})^2) * \frac{\pi}{4} = 1943.86\text{mm}^2$$

$$\tau_a = \frac{FB}{A_{gef}} = \frac{89.1 * 1000\text{N}}{1943.86\text{mm}^2} = 45.8 \text{ N/mm}^2$$

Die vorhandene Schubspannung liegt unter der zulässigen Spannung. Der gefährdete Querschnitt des Lagerflansches wurde ausreichend dimensioniert.

6.4.2.2 Schraubengrösse Lagerflansch

Der Lagerflansch soll mit 10 Schrauben an der Säule befestigt werden. Als Vorauswahl wurde eine Zylinderschraube M8x12 mit einer Festigkeitsklasse 8.8 gewählt. Es wird berechnet, ob die Schraubengrösse sowie die Festigkeitsklasse ausreicht. Eine Schraube soll im optimalen Fall immer auf Zug belastet werden.

Gegeben:

Anzahl Schrauben: $n = 10$

Streckgrenze (Re): 640 N/mm^2

Zul. Zugspannung $\sigma_{zul} = 0.6 * Re = 384 \text{ N/mm}^2$

$$FB_S = \frac{FB}{n} = \frac{89.1 * 1000N}{10} = 8910N$$

$$A_S = \frac{FB_S}{\sigma_{zul}} = \frac{8910N}{384 \text{ N/mm}^2} = 23.2 \text{ mm}^2$$

Gemäss dem Formelbuch «Formeln und Tabellen zur technischen Mechanik» fällt die Entscheidung auf den nächstgrösseren Querschnitt. Gewählt wird eine Schraube M8 mit einem Querschnitt von 36.6 mm^2 . Die Wahl der Schraubengrösse und deren Festigkeitsklasse war also richtig angenommen worden.

6.4.3 Berechnung Säule und Säulenplatte

Bei der Säule wurde ein Profil 160mm x 160mm mit einer Wandstärke von 8mm gewählt. Durch die Belastung des aufgespannten Motors wirken Biegespannungen sowie Knickbelastungen auf das Profil. Es wird berechnet, ob die Dimension des Profils ausreicht.

6.4.3.1 Berechnung Knickung nach Euler

Gegeben:

Werkstoff: S235JR **E-Modul:** $E = 210'000 \text{ N/mm}^2$

Freie Knicklänge: $l = 800 \text{ mm}$ **Flächenmoment:** $I = 1878.2 \times 10^4 \text{ mm}^4$

Sicherheitsfaktor: $v = 6$ **Querschnittsfläche:** $A = 4864 \text{ mm}^2$

Grenزشlankheitsgrad: $\lambda_0 = 85$

Zuerst wird das erforderliche Flächenmoment 2ten Grades berechnet und mit dem vorhandenen Flächenmoment des Profils verglichen. Der Sicherheitsfaktor wird auf sechs festgelegt. Im Maschinenbau befindet dieser normalerweise sich zwischen drei und zehn. Für die freie Knicklänge «s» wird nach Eulerfall 1 gerechnet. Dieser Fall bezeichnet einen am unteren Ende fest eingespannten Träger, der oben freistehend ist.

$$s = 2 * l = 2 * 800mm = 1600mm$$

$$I_{erf} = \frac{F_{max} * v * s^2}{E * \pi^2} = \frac{14000N * 6 * (1600mm)^2}{210'000 N/mm^2 * \pi^2} = 10.4 * 10^4 mm^4$$

Das erforderliche Flächenmoment ist um vieles kleiner als das vorhandene. Dies war auch zu erwarten, da das Profil so gewählt wurde, um damit einen möglichst weiten Lagerabstand zu erzielen. Im nächsten Schritt wird der Trägheitsradius und der vorhandene Grenzschlankheitsgrad berechnet.

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{1878.2 * 10^4 mm^4}{4864 mm^2}} = 62.1 mm$$

$$\lambda_{vorh} = \frac{s}{i} = \frac{1600mm}{12.9mm} = 25.7 < \lambda_0 = 85$$

Im vorliegenden Fall liegt eine unelastische Knickung vor, daher wird diese Berechnung nach Euler mit dem Tetmajerfall weitergeführt. Zuerst wird die Knickspannung berechnet und mit der vorhandenen Biegespannung verglichen. Aus dem Quotienten der beiden Grössen ergibt sich ein Sicherheitsfaktor, der grösser sein muss als der vorgegebene Sicherheitsfaktor. Wenn dies nicht der Fall ist, gehen die Berechnungen weiter, allenfalls mit einer Änderung der Werkstoffgrössen.

$$\sigma_K = 310 - 1.14 * \lambda_{vorh} = 310 - 1.14 * 25.7 = 280.7 N/mm^2$$

Die Biegespannung wird mit dem Widerstandsmoment berechnet. Hier wird neben dem Flächenmoment 2ten Grades auch der Randfaserabstand benötigt. Bei dem quadratischen Profil beträgt dieser die Hälfte der Seitenlänge von 80mm. Das maximale Biegemoment ist dasselbe, wie bei der Berechnung des Lagerwellendurchmessers.

$$W = \frac{I}{e} = \frac{1878.2 * 10^4 \text{mm}^4}{80\text{mm}} = 234769\text{mm}^3$$

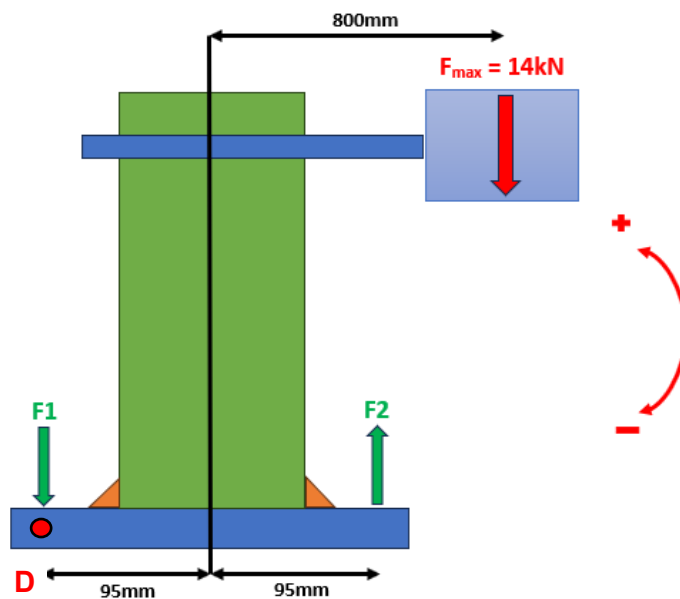
$$\sigma_b = \frac{Mb_{\max}}{W} = \frac{9'758'000\text{Nmm}}{234769\text{mm}^3} = 41.6 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\text{vorh}} = \frac{\sigma_K}{\sigma_b} = \frac{280.7 \text{ N/mm}^2}{41.6 \text{ N/mm}^2} = 6.8 > v = 6$$

Die Berechnungen haben ergeben, dass der Sicherheitsfaktor ausreichend ist für diese Belastungen. Am Profil muss deshalb keine Änderung vorgenommen werden.

6.4.3.2 Berechnung Auflagerkräfte Säulenplatte

Das Säulenprofil wird fest mit der Säulenplatte verschweisst. Im Bereich von F1 und F2 wird die Platte mit dem Grundgestell verschraubt. Entsprechend müssen die beiden Auflagerkräfte ermittelt werden.



$$\sum F_y = 0 = -F_1 + F_2 - F_{\max}$$

$$\sum M_{(D)} = 0 = F_2 * 190\text{mm} - F_{\max} * 895\text{mm}$$

$$F_2 = \frac{F_{\max} * 895\text{mm}}{190\text{mm}} = \frac{14000\text{N} * 895\text{mm}}{190\text{mm}} = 65947.4\text{N} = 65.9\text{kN}$$

$$F_1 = F_2 - F_{\max} = 65947.4\text{N} - 14000\text{N} = 51947.4\text{N} = 51.9\text{kN}$$

6.4.3.3 Berechnung Schraubengrösse Säulenplatte

Als Nächstes wird die Grösse der Schrauben berechnet, mit der die Säulenplatte mit dem Grundgestell verschraubt wird. Auf beiden Seiten werden jeweils fünf Schrauben eingesetzt. Die Schraubenkräfte werden mit den oben berechneten Auflagerkräften F_1 und F_2 eruiert. Dabei wird mit der höheren Auflagekraft «F2» weiter gerechnet. Als Vorauswahl wurde eine M8 Sechskantschraube mit der Festigkeitsklasse 8.8 gewählt.

Gegeben:

Anzahl Schrauben:	$n = 5$
Streckgrenze (Re):	640 N/mm^2
Zul. Zugspannung	$\sigma_{zul} = 0.6 * Re = 384 \text{ N/mm}^2$

$$F_{S1} = \frac{F_1}{n} = \frac{51.9 \text{ kN}}{5} = 10.38 \text{ kN} \quad | \quad F_{S2} = \frac{F_2}{n} = \frac{65.9 \text{ kN}}{5} = 13.18 \text{ kN}$$

$$A_S = \frac{F_{S2}}{\sigma_{zul}} = \frac{13.18 * 1000 \text{ N}}{384 \text{ N/mm}^2} = 34.3 \text{ mm}^2$$

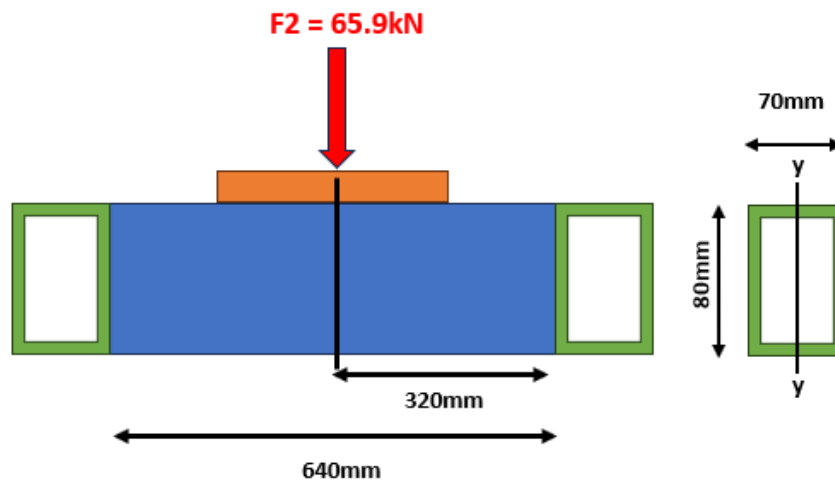
Die Wahl einer M8 Schraube mit einem Spannungsquerschnitt von **36.6 mm^2** war korrekt. Da der errechnete Querschnitt sehr nahe am Spannungsquerschnitt ist könnte man die Festigkeitsklasse auf 10.9 erhöhen, um noch mehr Reserve auf die Sicherheit zu erhalten. Sie wird aber auf der niedrigeren Festigkeitsklasse belassen, da die Lösung mit berücksichtigtem Sicherheitsfaktor ausreicht.

6.4.4 Berechnung Strebe Grundgestell

Mit einem Stahl-Profil 80mm x 70mm x 3mm wurde die Strebe vordimensioniert. Sie verbindet die beiden Aussenprofile und die Säulenplatte zu einem Element. Auf dem Profil lasten dieselben Kräfte wie bei den Schrauben. Entsprechend muss geprüft werden, ob das gewählte Profil den Kräften standhält. Belastet wird das Profil auf Biegung.

Gegeben:

Profil:	80mm x 70mm x 3mm
Werkstoff:	S235
Streckgrenze (Re):	235 N/mm^2
Zul. Biegespannung:	$\sigma_{b,zul} = 0.6 * Re = 141 \text{ N/mm}^2$
Widerstandsmoment:	$W_y = 19146 \text{ mm}^3$



$$Mb = \frac{F * l}{8} = \frac{65.9 * 1000N * 640mm}{8} = 5272000Nmm$$

$$W_{erf} = \frac{Mb}{\sigma_{b_{zul}}} = \frac{5272000Nmm}{141 \frac{N}{mm^2}} = 37390mm^3$$

Das Widerstandsmoment des gewählten Profils ist kleiner als erforderlich, deshalb muss eine andere Lösung gefunden werden. Da der Wert nur halb so hoch ist wie gefordert, wird vom Profil auf ein Vollmaterial gewechselt. Die Höhe von 80mm muss aber bestehen bleiben. Es muss die erforderliche Breite des Werkstoffes berechnet werden.

$$W_{erf} = \frac{h * b^2}{6} \Rightarrow b = \sqrt{\frac{6 * W_{erf}}{h}} = \sqrt{\frac{6 * 37390mm^3}{80mm}} = 52.9mm$$

Gewählt: $b = 60mm$ | $80mm \times 60mm$

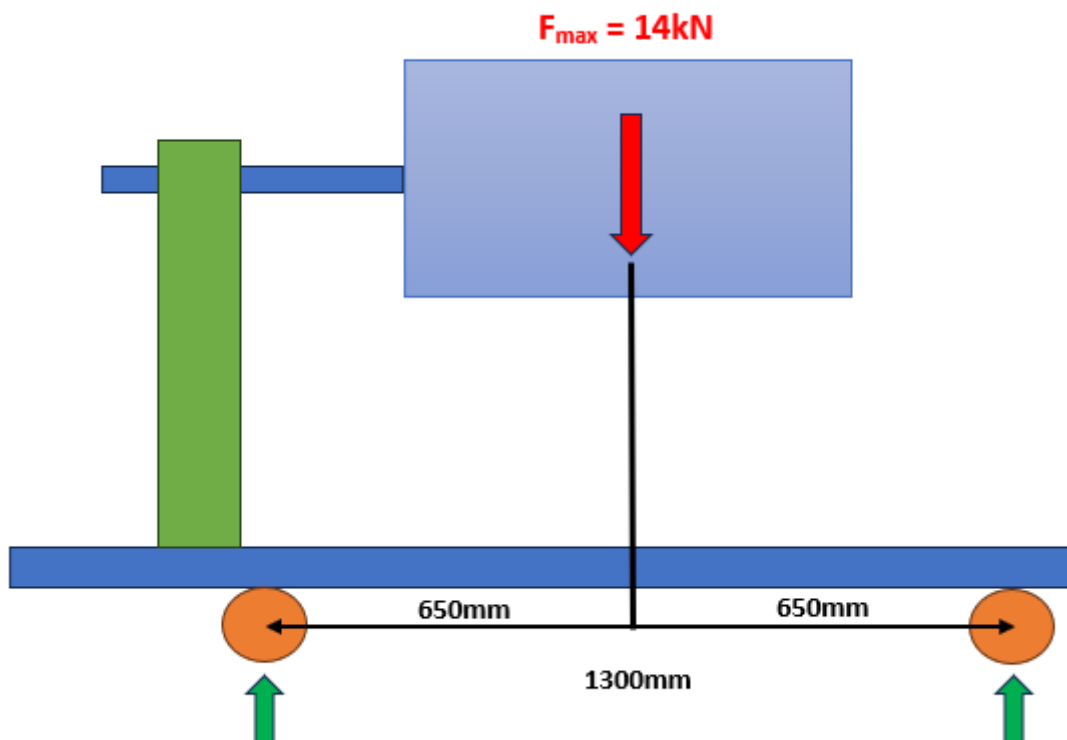
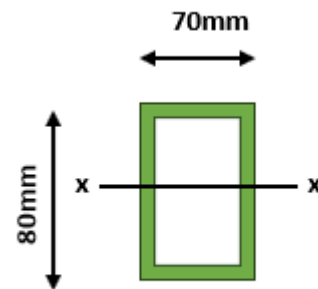
6.4.5 Berechnung Rohrprofil Grundgestell und Ausleger

Die Motor-Montagevorrichtung wurde so entwickelt, dass die Traglast mittig zwischen den Rollen verteilt ist. Die Auflagerkräfte sind also auf beiden Seiten entsprechend gleich. Das Rohrprofil wurde ebenfalls wie die Stütze mit den Dimensionen 80mm x 70mm x 3mm gewählt. Die Traglast belastet das Profil auf Biegung. Zuerst wird das Biegemoment berechnet und anschliessend das erforderliche Widerstandsmoment. Da bei der vorherigen Berechnung das Profil nicht ausreichend stabil war, besteht diese Gefahr auch bei dieser Variante.

6.4.5.1 Berechnung Biegespannung Profil

Gegeben:

- Profil:** 80mm x 70mm x 3mm
Material: S235
Streckgrenze (Re): 235 N/mm²
Zul. Biegespannung: $\sigma_{b\text{ zul}} = 0.6 * Re = 141 \text{ N/mm}^2$
Widerstandsmoment: $W_x = 20637 \text{ mm}^3$



$$M_b = \frac{F * l}{4} = \frac{14000 \text{ N} * 1300 \text{ mm}}{4} = 4550000 \text{ Nmm}$$

$$W_{erf} = \frac{M_b}{\sigma_{b\text{ zul}}} = \frac{4550000 \text{ Nmm}}{141 \text{ N/mm}^2} = 32270 \text{ mm}^3$$

Wie die Berechnung zeigt, wurde auch dieses Profil zu knapp dimensioniert. Als Massnahme wird das Material geändert von S235 auf S355. Der Stahl S355 hat eine höhere Festigkeit als der zuerst verwendete Stahl S235.

Gegeben:

Profil:	80mm x 70mm x 3mm
Material:	S355
Streckgrenze (Re):	355 N/mm²
Zul. Biegespannung:	$\sigma_{b\text{ zul}} = 0.6 * Re = 213 \text{ N/mm}^2$

$$W_{erf} = \frac{Mb}{\sigma_{b\text{ zul}}} = \frac{4550000 \text{ Nmm}}{213 \text{ N/mm}^2} = 21362 \text{ mm}^3$$

Die Änderung des Materials hat schon einiges bewirkt, jedoch reicht dies noch nicht aus. Das erforderliche Widerstandsmoment ist immer noch höher als das vorhandene Widerstandsmoment. Mit dem nächsten Lösungsansatz soll die Materialdimension angepasst werden. Die Wandstärke wird auf 4mm erhöht.

Gegeben:

Profil:	80mm x 70mm x 4mm
Material:	S355
Streckgrenze (Re):	355 N/mm²
Zul. Biegespannung:	$\sigma_{b\text{ zul}} = 0.6 * Re = 213 \text{ N/mm}^2$
Widerstandsmoment:	$W_x = 26455 \text{ mm}^3$

Mit der Erhöhung der Wandstärke und einem anderen Werkstoff reicht die Stabilität nun aus. Es ist faszinierend, wie viel Stabilität diese leichten Anpassungen ausmachen. Als Ergänzung zu den Berechnungen wird die Durchbiegung zusätzlich ermittelt. Für diese sind jedoch noch weitere Angaben nötig wie zum Beispiel das Elastizitätsmodul sowie das Flächenmoment 2ten Grades.

6.4.5.2 Berechnung Durchbiegung

Gegeben:

E-Modul:	210'000 N/mm²
Flächenmoment 2.Grades:	105.8 x 10⁴ mm⁴

$$f = \frac{F_{max} * l^3}{48 * E * I} = \frac{14000 \text{ N} * (1300 \text{ mm})^3}{48 * 210'000 \text{ N/mm}^2 * 105.8 * 10^4 \text{ mm}^4} = 2.9 \text{ mm}$$

Die Durchbiegung ist in einem akzeptablen Bereich. Es müssen deshalb keine weiteren Vorkehrungen getroffen werden. Wie oben erwähnt sind die Auflagekräfte bei beiden Rollenpaaren gleich. Auf jeder Seite befinden sich zwei Rollen, weshalb sich die Last entsprechend halbiert.

6.4.5.3 Ermittlung Rollenkräfte

$$F_A = F_B = \frac{F_{max}}{2} = \frac{14000N}{2} = 7000N$$

$$F_{Rolle} = \frac{F_A}{2} = \frac{7000N}{2} = 3500N \sim 350kg$$

Die Last pro Rolle beträgt ungefähr 350kg. Damit ist bewiesen, dass die ausgewählte Schwerlast-Rolle mit einer maximalen Last von 500kg den Anforderungen genügt.

6.4.6 Berechnung Sicherungsbolzen Verbindungsteil

Der Sicherungsbolzen verbindet den Ausleger mit dem Grundgestell. Wenn eine Last auf der Vorrichtung wirkt, entstehen im Verbindungsteil Zugkräfte, welche Schubspannungen erzeugen. Es wird ermittelt, welcher Bolzendurchmesser benötigt wird.

Gegeben:

Werkstoff: S235

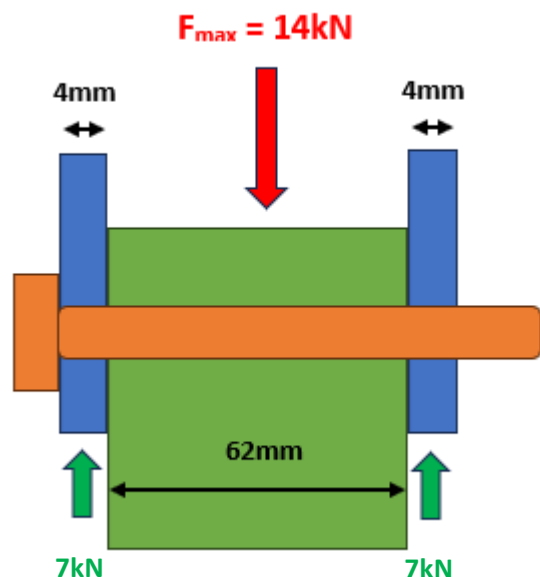
Streckgrenze (Re): 235 N/mm²

Zul. Scherspannung $\tau_{a\ zul} = 0.6 * Re = 141 \text{ N/mm}^2$

Legende:

- Bolzen
- Profil
- Verbindungsteil

$$\tau_a = \frac{F_{max}}{2 * A} = \frac{F_{max}}{2 * \frac{d^2 * \pi}{4}} = \frac{4 * F}{2 * \pi * d^2}$$



$$d_{erf} = \sqrt{\frac{2 * F_{max}}{\pi * \tau_{a_{zul}}}} = \sqrt{\frac{2 * 14000N}{\pi * 141 \frac{N}{mm^2}}} = 7.95mm = 8mm$$

$$p_{Profil} = \frac{7kN}{A_{proj}} = \frac{7000N}{d * b_{Profil}} = \frac{7000N}{8mm * 4mm} = 218.8 \frac{N}{mm^2}$$

Die vorhandene Flächenpressung liegt weit über dem zulässigen Bereich. Der berechnete Bolzen mit einem Durchmesser von 8mm ist deshalb zu klein. Der Bolzen wird neu auf 19mm ausgelegt. Dies ist eine Normgröße, wodurch man Bolzen sehr günstig als Fertigteile bei der Firma Westfalia kaufen kann. Die Wandstärke des Profils wird nicht verändert.

$$p_{Profil} = \frac{7kN}{A_{proj}} = \frac{7000N}{d_{neu} * b_{Profil}} = \frac{7000N}{19mm * 4mm} = 92.1 \frac{N}{mm^2}$$

Mit dem neuen Bolzendurchmesser von 19mm liegt die vorhandene Flächenpressung des Profils im zulässigen Bereich.

6.4.6.1 Flächenpressung Verbindungsteil

Im nächsten Schritt wird die Flächenpressung des Verbindungsteils ermittelt. Dieses wurde aus dem Werkstoff Aluminium geplant.

Gegeben:

Werkstoff: EN-AW-6082 (AlMgSi1)

Streckgrenze (Re): 240 N/mm²

Zul. Scherspannung $\tau_{a_{zul}} = 0.6 * Re = 144 \text{ N/mm}^2$

$$p_{Profil} = \frac{14kN}{A_{proj}} = \frac{14000N}{d_{neu} * b} = \frac{14000N}{19mm * 62mm} = 11.9 \frac{N}{mm^2}$$

Auch im Verbindungsteil liegt die Flächenpressung im zulässigen Bereich. Es müssen keine Anpassungen vorgenommen werden. Auf der anderen Seite der Vorrichtung, wo das Verbindungsteil mit dem Auslegerprofil fest verschraubt wird, fällt die Wahl auf eine M20 Sechskantschraube der Festigkeitsklasse 10.9. Sie kann eine Querkraft von 20kN aufnehmen.

6.4.7 Berechnung Passfeder

In der Lastmomentsperre, welche ein ungewolltes Bewegen der Lagerwelle verhindert, wird eine Wellen-Naben Verbindung als formschlüssige Verbindung genutzt. Formschlüssig heisst, dass die beiden Komponenten geometrisch miteinander verbunden sind. Dies geschieht mittels einer Passfeder zwischen Welle und Nabe. Das maximal übertragbare Drehmoment der Lastmomentsperre liegt bei 200 Nm.

6.4.7.1 Schubspannung in der Passfeder

Gegeben:

Werkstoff Passfeder: C45+C
 Streckgrenze (Re): 490 N/mm²
 Zul. Spannungen $p_{zul} = \tau_{a\ zul} = 0.6 * Re = 294 \text{ N/mm}^2$

Werkstoff Lagerwelle: ETG100
 Ø Lagerwelle: 35mm
 Streckgrenze (Re): 800 N/mm²
 Zul. Flächenpressung: $p_{zul} = 0.6 * Re = 480 \text{ N/mm}^2$

Wahl der Passfeder:

Passfeder DIN6885-1 A 10 x 8 x 32

Abmasse der Passfeder:

Breite: 10mm
 Höhe: 8mm
 Länge: 32mm

$$l_t = l - b = 32\text{mm} - 10\text{mm} = 22\text{mm}$$

$$\tau_a = \frac{2 * Mt}{d * b * l_t * n * \varphi} = \frac{2 * 200000\text{Nmm}}{35\text{mm} * 10\text{mm} * 22\text{mm} * 1 * 1} = 51.9 \text{ N/mm}^2$$

Die vorhandene Schubspannung in der Passfeder liegt im zulässigen Bereich. Zusätzlich wird das maximale Drehmoment berechnet, mit dem die Passfeder belastet werden kann. Desweiteren wird berechnet wie hoch die Flächenpressung in der Nabe ist.

6.4.7.2 Berechnung Flächenpressung Nabe

$$p_{Nabe} = \frac{2 * Mt}{d * l_t * (h - t_1) * 1 * 1} = \frac{2 * 200000 Nmm}{35mm * 22mm * (8mm - 5mm) * 1 * 1}$$

$$= 173.2 \frac{N}{mm^2}$$

Die Flächenpressung in der Nabe liegt ebenfalls im zulässigen Bereich. Die notwendigen Formeln und Grössen wurden aus dem VSM-Normen-Auszug 2022 entnommen. Es wird noch das maximale Drehmoment ermittelt, welches die Passfeder übertragen kann.

6.4.7.3 Berechnung Max. Torsionsmoment Passfeder

$$Mt_{max} = \frac{d * (h - t_1) * l_t * n * \varphi * p_{zul}}{2}$$

$$= \frac{35mm * (8mm - 5mm) * 22mm * 1 * 1 * 294 \frac{N}{mm^2}}{2}$$

$$= 339570 Nmm = 339.6 Nm$$

6.4.8 Berechnung Aufnahmeplatte

An der Aufnahmeplatte hängt die gesamte Traglast. Sie wird mit 4x M10 Zylinderschrauben der Festigkeitsklasse 8.8 an der Lagerwelle befestigt. Zu Berechnen ist die Flächenpressung im Bereich wo die Aufnahmeplatte von der Lagerwelle gestützt wird. Zusätzlich wird ermittelt, ob die Schrauben korrekt vordimensioniert wurden. Bei der Flächenpressung wird der zulässige Festigkeitswert des schwächeren Materials genommen. Die Aufnahmeplatte wird aus Aluminium gefertigt.

Gegeben:

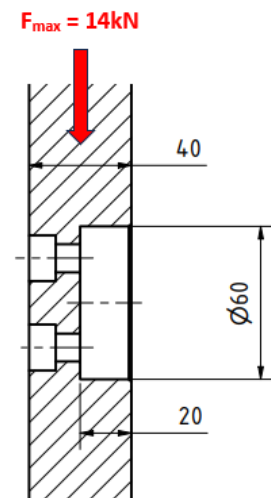
Material: EN-AW-6082 (AlMgSi1)

Streckgrenze (Re): 240 N/mm²

p_{zul}: 0.6 * Re = 144 N/mm²

Breite: b = 20mm

$$p_{vorh} = \frac{F_{max}}{A_{proj}} = \frac{F_{max}}{d * b} = \frac{14000 N}{60mm * 20mm} = 11.7 \frac{N}{mm^2}$$



6.4.9 Berechnung Schrauben Aufnahmeplatte / Welle

Grösse:	M10x30 8.8
Anzahl:	n = 4
Streckgrenze (Re):	640 N/mm²
Zul. Zugspannung	$\sigma_{zul} = 0.6 * Re = 384 \text{ N/mm}^2$

$$F_S = \frac{F_{max}}{n} = \frac{14000N}{4} = 3500N$$

$$A_s = \frac{F_S}{\sigma_{zul}} = \frac{3500N}{384 \text{ N/mm}^2} = 9.1 \text{ mm}^2$$

Anhand des Ergebnisses genügt die vordimensionierte Schraubengrösse. Aufgrund der Abstützung auf der Lagerwelle liegen die Querkräfte nicht auf den Schrauben, sondern direkt auf der Lagerwelle. Die Schraubengrösse M10 bleibt so belassen und wird nicht verkleinert, da davon ausgegangen wird, dass die Schrauben die Querkräfte ebenfalls aufnehmen müssen.

6.5 Nachkonstruktion

Damit sind alle notwendigen Berechnungen abgeschlossen. Wo notwendig, wird eine Nachkonstruktion durchgeführt und die Berechnungen entsprechend angepasst. Zusätzlich werden von allen Komponenten Fertigungszeichnungen sowie Stücklisten für die Montage erstellt.

Für das Grundgestell und den Ausleger muss das Profil in der Wandstärke erhöht werden, damit genügend Stabilität vorhanden ist. Von der bisherigen Wandstärke von 3mm wird neu ein Profil mit 4mm Wandstärke eingesetzt. Zusätzlich muss dafür das Verbindungsteil mit den Aussenmassen angepasst werden. Die Strebe beim Grundgestell muss ebenfalls angepasst werden, da das Profil zu schwach ist. Es wird neu durch ein Vollmaterial von 80mm x 60mm ersetzt. An der Werkstoffwahl wird nichts verändert.

6.6 Ansicht Motormontagevorrichtung

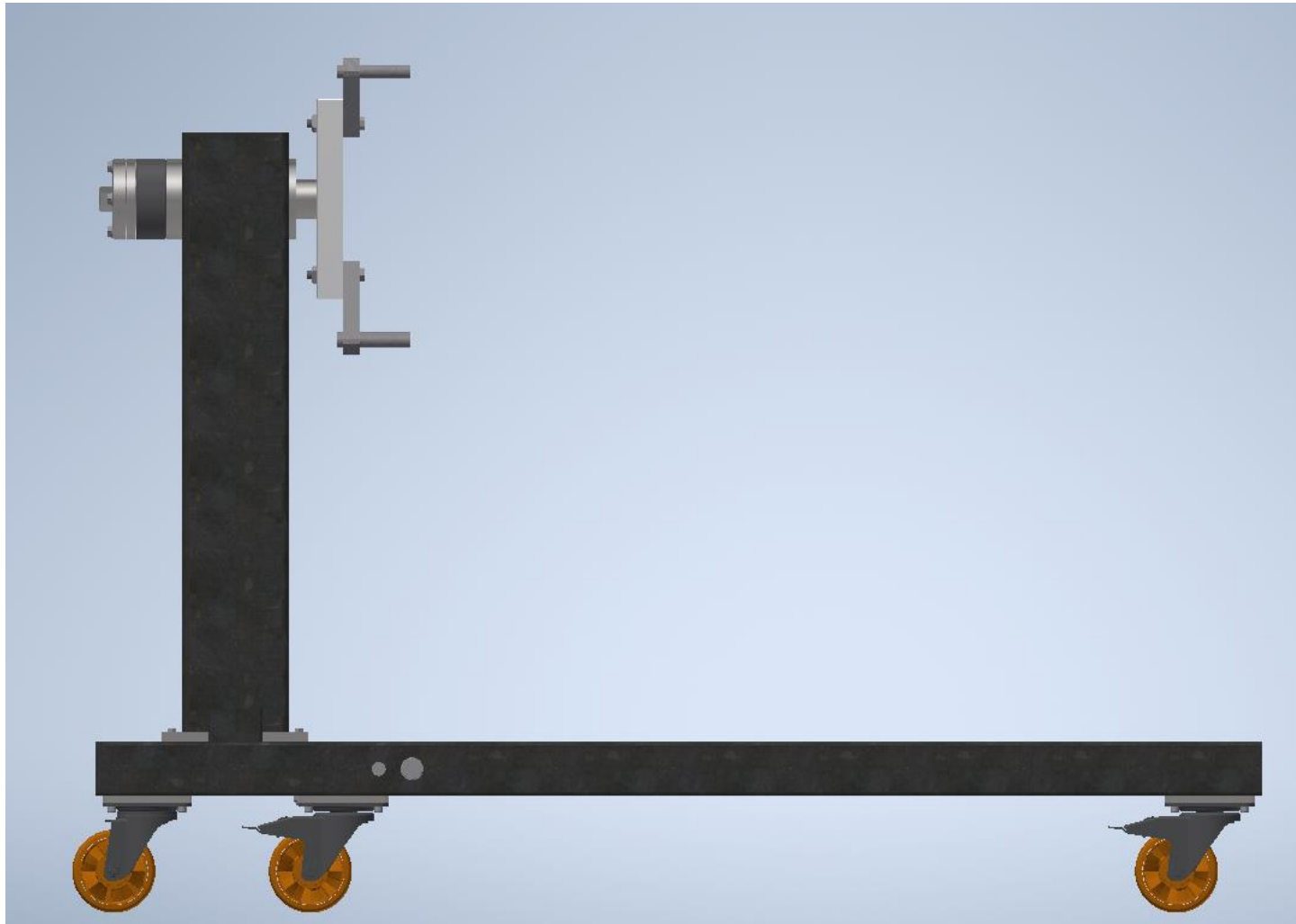


Abbildung 36: Motor-Montagevorrichtung Seitenansicht

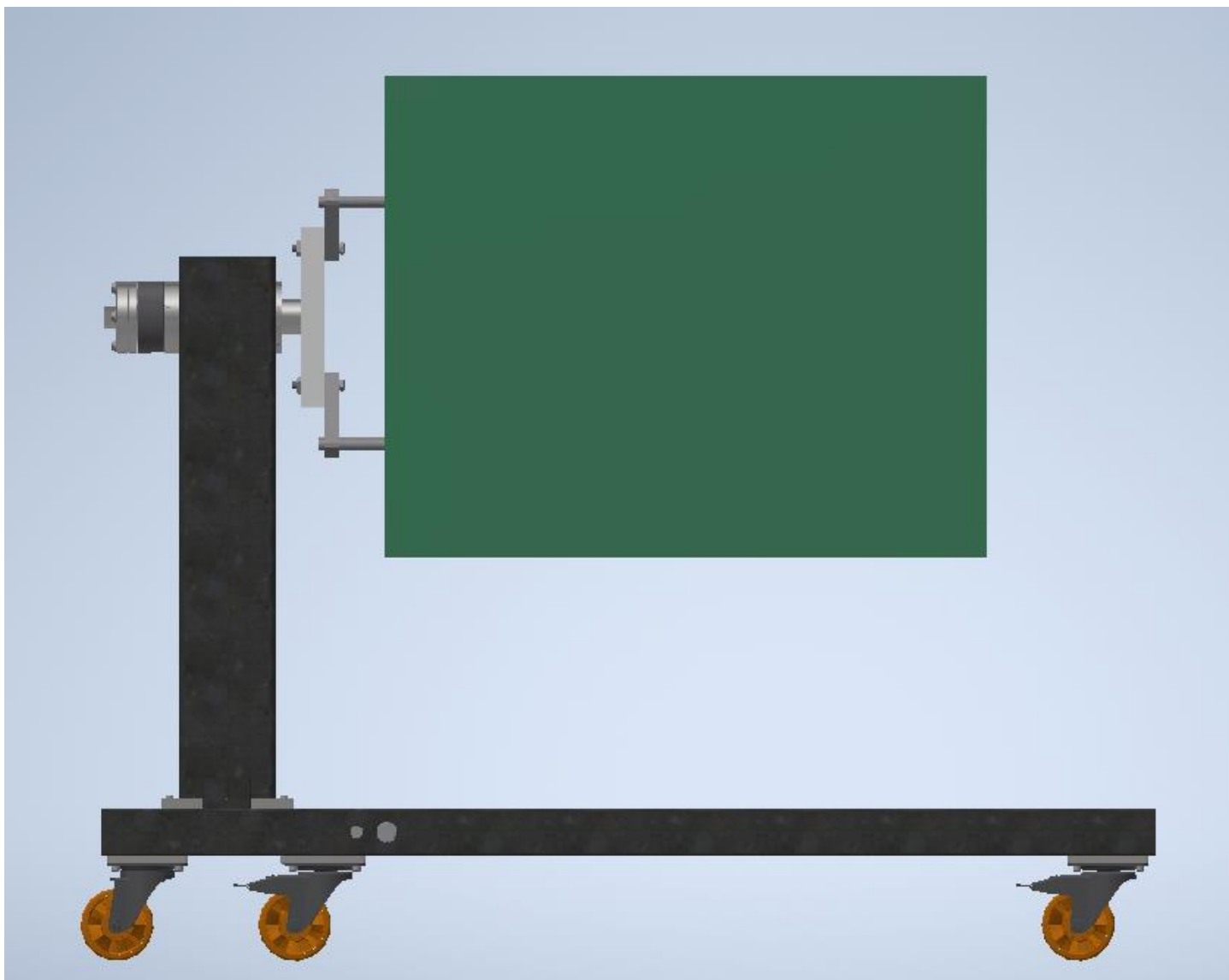


Abbildung 37: Motor-Montagevorrichtung Seitenansicht mit Motor

6.7 Ansicht Motor-Montagevorrichtung Mobil

Wenn die Vorrichtung nicht mehr benötigt wird, können die Ausleger gelöst und in die hochstehenden Profile im Grundgestell gesteckt werden. So kann die Vorrichtung platzsparend verstaut werden. Die Längen- und Breitenmasse betragen dann nur noch 820mm x 450mm.

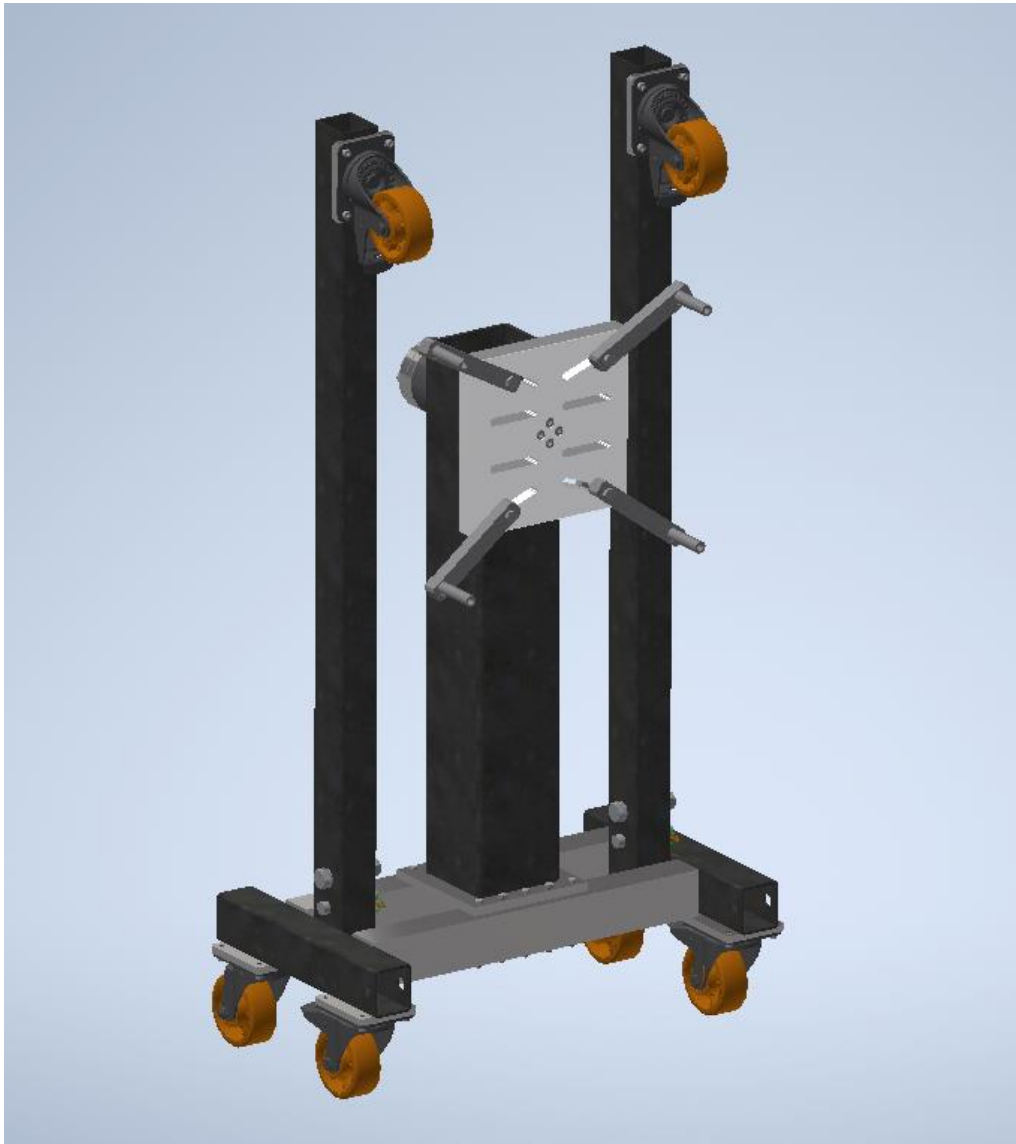


Abbildung 38: Motor-Montagevorrichtung Mobile Ansicht

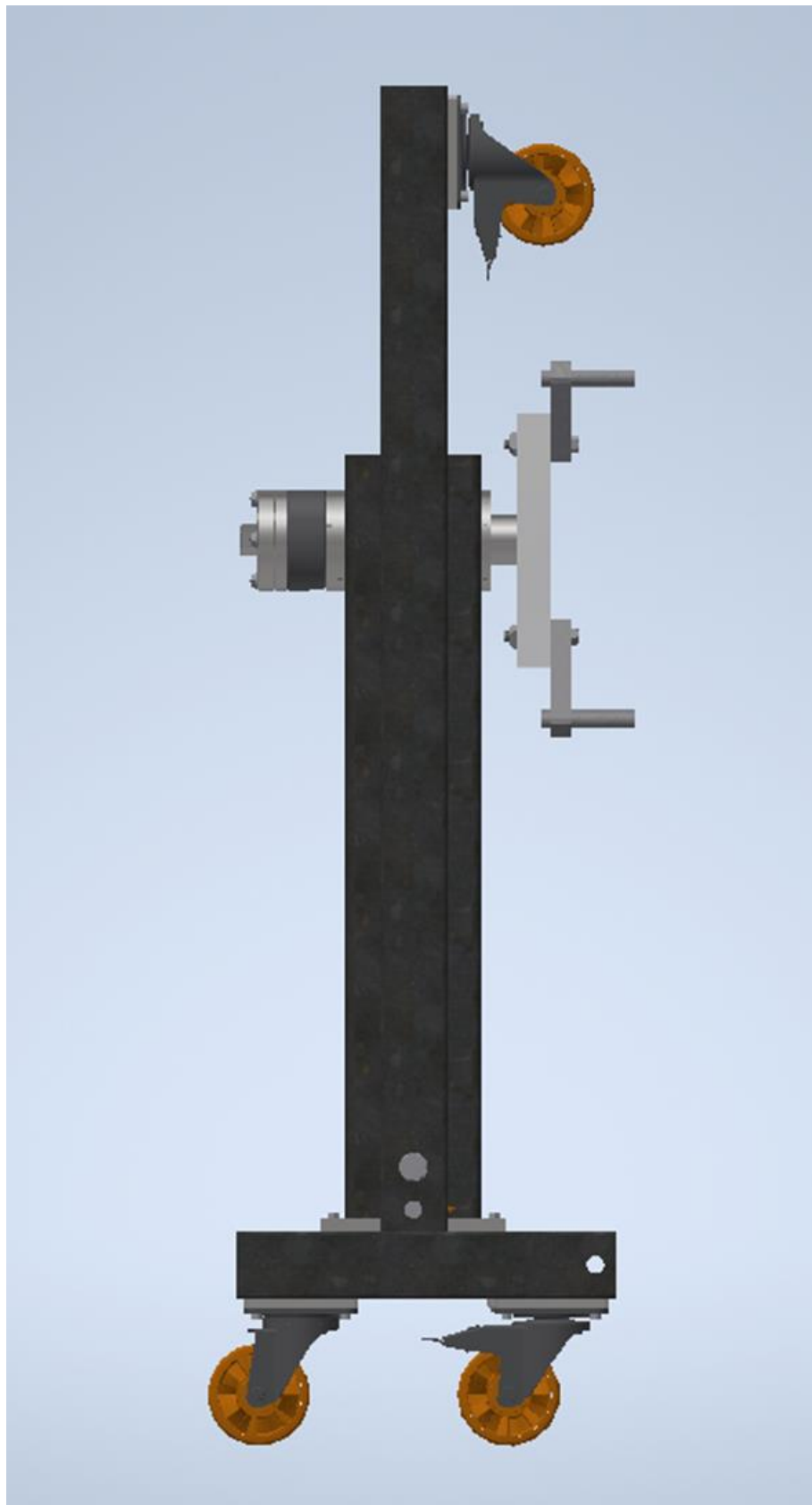


Abbildung 39: Motor-Montagevorrichtung Mobile Seitenansicht

7 Kostenzusammenstellung

Nachdem die Motor-Montagevorrichtung fertig konstruiert wurde und alle nötigen Zeichnungen erstellt worden sind, geht es als nächstes ans Einholen der verschiedenen Offerten. Es wird eine Zusammenstellung der Kosten für den Prototyp erstellt sowie für eine Serie von 10 Stück beziehungsweise von 10 kompletten Motor-Montagevorrichtungen. Der Grund dafür ist, dass die benötigten Komponenten in einer höheren Menge oft um einiges preiswerter erhältlich sind. Am meisten merkt man dies bei Fertigungskomponenten, da die Vorbereitungen den grössten Teil der Kosten ausmachen. Die effektive Laufzeit der CNC-Maschine bei der Herstellung ist gering. Bei der Offerte für die Serie erhöht sich der Materialbedarf der einzelnen Komponenten um den Faktor zehn. Bei der Kostenerstellung des Prototyps wird ein Anteil von 10% der Entwicklungskosten mitverrechnet.

7.1 Kosten Prototyp

Prototyp							
Art. Nr.	Bauteil	Lieferant	Einheiten	Stückpreis	Gesamt		
100-00	Halteplatte	TRISA AG	6	CHF 27.50	CHF	165.00	
101	Lenkrolle	Rollen Plus	2	CHF 26.60	CHF	53.20	
102	Lenkrolle mit Bremse	Rollen Plus	4	CHF 28.80	CHF	115.20	
103-00	Profil 80x70x4x450	TRISA AG	2	CHF 35.00	CHF	70.00	
104-00	Strebe	TRISA AG	2	CHF 95.00	CHF	190.00	
105-00	Profil 80x70x4x100	TRISA AG	2	CHF 27.80	CHF	55.60	
106-00	Profil 80x70x4x1300	TRISA AG	2	CHF 58.00	CHF	116.00	
107-01	Verbindungsteil	TRISA AG	2	CHF 38.80	CHF	77.60	
200-01	Säule	TRISA AG	1	CHF 224.00	CHF	224.00	
201-01	Säulenplatte	TRISA AG	1	CHF 153.50	CHF	153.50	
300-00	Lagerflansch	TRISA AG	2	CHF 222.50	CHF	445.00	
301	Gleitlager	GGT Gleitlager AG	2	CHF 25.46	CHF	50.92	
302-01	Lagerwelle	TRISA AG	1	CHF 275.00	CHF	275.00	
303-00	Mitnehmerscheibe	TRISA AG	1	CHF 132.00	CHF	132.00	
315-01	Drehscheibe	TRISA AG	1	CHF 180.00	CHF	180.00	
318-00	Anschraubplatte	TRISA AG	1	CHF 111.50	CHF	111.50	
400	Lastmomentsperre	RINGSPANN AG	1	CHF 562.00	CHF	562.00	
500-00	Aufspannplatte	TRISA AG	1	CHF 246.60	CHF	246.60	
503-00	Träger	TRISA AG	4	CHF 31.00	CHF	124.00	
504-00	Rohr 20x4	TRISA AG	4	CHF 21.50	CHF	86.00	
	Entwicklung 10%	Ansatz 100h	10	CHF 70.00	CHF	700.00	
	Montageaufwand	in Stunden	10	CHF 70.00	CHF	700.00	
	Verbrauchsmaterial	Pauschal	1	CHF 70.00	CHF	70.00	
Total	Kosten Prototyp				CHF	4'903.12	

Tabelle 19: Kostenübersicht Prototyp

7.1.1 Erläuterung Kostenzusammenstellung Prototyp

Als Nächstes folgt eine Erläuterung, wie sich die Kosten des Prototyps zusammensetzen. Für die Herstellung der Fertigungsteile wurde die Firma TRISA AG, die Ihren Sitz in Triengen im Kanton Luzern hat, angefragt. Da diese Firma mein ehemaliger Arbeitsgeber und Lehrbetrieb ist, konnten für den Teilebedarf gute Konditionen ausgehandelt werden, was den Kosten des Prototyps zugutekommt. Zum Verbrauchsmaterial gehören sämtliche benötigten Schrauben und Kleinteile, welche zusätzlich für den Aufbau benötigt werden. Für den Prototyp wird ein Montageaufwand von 10 Stunden angenommen. Dies, weil gewisse Komponenten noch miteinander verschweisst werden müssen, da man den Prototypen sonst nicht gebrauchen kann. Um später schneller und effizienter produzieren zu können werden Schweissvorlagen erstellt. Dies geschieht in Eigenarbeit.

7.2 Kosten Serie

Serie							
Art. Nr.	Bauteil	Lieferant	Bedarf (Stk.)	Stückpreis	Gesamt		
100-00	Halteplatte	Xometry	6	CHF 17.65	CHF	105.90	
101	Lenkrolle	Rollen Plus	2	CHF 23.70	CHF	47.40	
102	Lenkrolle mit Bremse	Rollen Plus	4	CHF 26.80	CHF	107.20	
103-00	Profil 80x70x4x450	TRISA AG	2	CHF 28.00	CHF	56.00	
104-00	Strebe	Xometry	2	CHF 78.40	CHF	156.80	
105-00	Profil 80x70x4x100	TRISA AG	2	CHF 22.30	CHF	44.60	
106-00	Profil 80x70x4x1300	TRISA AG	2	CHF 50.80	CHF	101.60	
107-01	Verbindungsteil	Xometry	2	CHF 30.80	CHF	61.60	
200-01	Säule	TRISA AG	1	CHF 170.00	CHF	170.00	
201-01	Säulenplatte	Xometry	1	CHF 62.60	CHF	62.60	
300-00	Lagerflansch	Xometry	2	CHF 61.85	CHF	123.70	
301	Gleitlager	GGT Gleitlager AG	2	CHF 19.10	CHF	38.20	
302-01	Lagerwelle	TRISA AG	1	CHF 170.00	CHF	170.00	
303-00	Mitnehmerscheibe	Xometry	1	CHF 40.25	CHF	40.25	
315-01	Drehscheibe	Xometry	1	CHF 76.40	CHF	76.40	
318-00	Anschraubplatte	Xometry	1	CHF 37.50	CHF	37.50	
400	Lastmomentsperre	RINGSPANN AG	1	CHF 500.00	CHF	500.00	
500-00	Aufspannplatte	Xometry	1	CHF 96.45	CHF	96.45	
503-00	Träger	Xometry	4	CHF 16.20	CHF	64.80	
504-00	Rohr 20x4	Xometry	4	CHF 11.00	CHF	44.00	
	Montageaufwand	in Stunden	2	CHF 70.00	CHF	140.00	
	Verbrauchsmaterial	Pauschal	1	CHF 70.00	CHF	70.00	
Total	Kosten Serie				CHF	2'315.00	
Total	Angebotspreis				CHF	2'420.00	

Tabelle 20: Kostenübersicht Serie

7.2.1 Erläuterung Kostenzusammenstellung Serie

Um beim Serienprodukt die Produktionskosten zu optimieren, wurde ein weiterer Lieferant angefragt, der die Fertigungsteile in grosser Menge preiswerter herstellen kann. Ein Teil verbleibt bei der Firma TRISA AG und ein anderer Teil wurde von der Firma Xometry offeriert. Xometry ist eine Online Plattform, wo mittels KI (Künstliche Intelligenz) ein Angebot erstellt wird. Es können diverse Parameter definiert und Zeichnungen angehängt werden. Anschliessend wird das Produkt bei einem von Xometry anerkannten Lieferanten hergestellt.

7.3 Kostendifferenz

Die Differenz der angenommenen Kosten von Prototyp und Serienprodukt beträgt rund 52.8%.

$$\Delta = \left(1 - \frac{2315 \text{ Fr. } -}{4903.12 \text{ Fr. } -}\right) * 100 = 52.79\%$$

7.4 Erlös

Bei den ungefähren Kosten des Serienproduktes von CHF 2'315 und einem geplanten Angebotspreis von CHF 2'420, entsteht ein Erlös von CHF 105 pro Stück. Mit diesem Betrag können die Entwicklungskosten bereits nach 7 verkauften Stück gedeckt werden.

8 Marktumfrage

Um einen Einblick zu erhalten, wie das Produkt bei der Bevölkerung ankommt, wurde eine kurze Marktumfrage mit dem Tool Microsoft Forms gemacht. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Umfrage nicht wahllos an jemanden verschickt wird, sondern nur an jene Personen versandt wird, die privat und/oder auch gewerblich Interesse am Produkt haben könnten. In der Umfrage wird kurz der Hintergrund der Diplomarbeit erklärt und die wichtigsten Punkte hervorgehoben. Auch Bilder zur Ansicht der Vorrichtung wurden zur Verfügung gestellt.

8.1 Aufbau der Umfrage

8.1.1 Einleitung



Abbildung 40: Einleitung Umfrage

8.1.2 Fragestellung

Die Fragen wurden kurz und knapp zusammengestellt. Sie werden in chronologischer Reihenfolge aufgeführt.

Umfrage Diplomarbeit 2023 📄

1. Bitte trage im Antwortfeld deinen Namen ein und deine Firma, falls du beruflich in diesem Bereich tätig bist. Deine Personalien werden anonym behandelt und dienen nur meines eigenen Interesses. Sie werden NICHT in der Arbeit erwähnt. * 📄

Ihre Antwort eingeben

2. Hattest du bereits schon mit einer Motor-Montagevorrichtung zu tun? * 📄

Ja

Nein


3. Wenn Ja. Wie oft benutzt du sie? * 📄

Häufig (mind. 1x pro Woche)

Gelegentlich (1x pro Monat)

Selten (1x pro Jahr)


Nie, Wenn Nein

4. Wie viel würdest du für dieses Produkt bezahlen? * 

bis 1000 Fr.


bis 2000 Fr.

Mehr als 2000 Fr.


5. Hättest du Interesse an diesem Produkt? * 

Ja

Nein

6. Hast du noch Bermerkung oder Anregungen? (Stichworte genügen) * 

Ihre Antwort eingeben

7. Wie findest du dieses Produkt? * 

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

Abbildung 41: Fragestellung Umfrage

8.2 Auswertung der Umfrage

8.2.1 Datenschutz


Aus Datenschutzgründen werden bei der Auswertung nur die entsprechenden Statistiken aufgeführt. Es werden keine Namen oder andere persönliche Nachrichten aufgezeigt.

8.2.2 Statistik Umfrage

Die Umfrage wurde an 15 ausgewählte Personen und Firmen versendet. Insgesamt wurden 3 Fragebögen nicht termingerecht retourniert. 12 der 15 Befragten haben die Umfrage ausgefüllt. Nachfolgend wird eine graphische Statistik mit den Antworten der 12 Befragten erstellt:

2. Hattest du bereits schon mit einer Motor-Montagevorrichtung zu tun?

[Weitere Details](#)


 Einblicke

● Ja	9
● Nein	3



3. Wenn Ja. Wie oft benutzt du sie?

[Weitere Details](#)


 Einblicke

● Häufig (mind. 1x pro Woche)	0
● Gelegentlich (1x pro Monat)	3
● Selten (1x pro Jahr)	6
● Nie, Wenn Nein	3



4. Wie viel würdest du für dieses Produkt bezahlen?

[Weitere Details](#)


 Einblicke

● bis 1000 Fr.	4
● bis 2000 Fr.	6
● Mehr als 2000 Fr.	2



5. Hättest du Interesse an diesem Produkt?

[Weitere Details](#)

 Einblicke

- Ja 3
- Nein 9




Abbildung 42: Statistik Umfrage

8.2.3 Bewertung Umfrage

7. Wie findest du dieses Produkt?

[Weitere Details](#)

 Einblicke

3.92

Durchschnittliche Bewertung

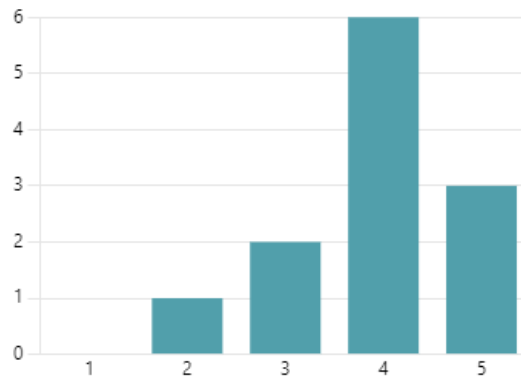


Abbildung 43: Bewertung Umfrage

8.2.4 Feedbacks Umfrage

Zum Schluss der Umfrage werden noch Feedback, Anregungen oder Bemerkungen der Befragten aufgezeigt. Wie erwähnt werden aus Datenschutzgründen keine Namen erwähnt – die Rückmeldungen werden als anonyme Feedbacks gezeigt.

ID ↑	Name	Antworten
1	anonymous	Keine
2	anonymous	-
3	anonymous	Sieht gut aus! Optional könnte vielleicht noch ein "Gegenlager" zum Stützen von langen Motoren angeboten werden. Gruss Markus
4	anonymous	Masse und Traglasten klingen interessant, eine sehr hilfreiche Zusatzoption fände ich eine Auffangwanne unten zwischen den Abstützungen um bei der Reinigung des Motors die Flüssigkeiten und den Dreck gleich aufgefangen zu haben.
5	anonymous	Leichte Handhabung für verschiedene Motoren.
6	anonymous	Gute Grösse bei nicht gebrauch.
7	anonymous	Interessantes und kompaktes System.
8	anonymous	Hebestützen für den Schwerbetrieb fände ich sinnvoll. Bei zu grossen Kräften könnte die Vorrichtung rollen.
9	anonymous	Gutes Konzept und schön ausgearbeitet. Für unseren Tätigkeitbereich leider ein wenig zu gross. Kleinere Systeme reichen aus.
10	anonymous	Auffangwanne
11	anonymous	-
12	anonymous	Gutes Design und handhabung. Wäre eine Untersetzung umsetzbar um weniger Kraft aufzuwenden?

Abbildung 44: Feedback Umfrage

8.2.5 Reflexion zur Umfrage

Es hat sich gezeigt, dass trotz anderer Produkte im günstigeren Preissegment ein kleines Kaufinteresse vorhanden ist für dieses Produkt, welches hier entwickelt wurde. Bei gewerblichen Anwendern ist oft bereits eine spezifische Einrichtung für Ihre Bedürfnisse vorhanden. Es hat sich aber gezeigt, dass auch wenn mehrheitlich kein Kaufinteresse besteht, die Leute den Preis für dieses Produkt bezahlen würden. Zu erwähnen ist, dass das Kaufinteresse trotzdem bei rund 25% liegt und somit mehr als den erwarteten 10% entspricht. Auch wenn die Umfrage eher ernüchternd ausfiel, wird der Prototyp dennoch umgesetzt beziehungsweise erweitert. Der persönliche Nutzen ist trotzdem gross. Die Feedbacks sind hilfreich und können für weitergehende Überlegungen und Ideen ein guter Anstoss sein.

9 Motorentypen

Um die Funktionalität der Motor-Montagevorrichtung zu bestätigen, gilt es mindestens drei verschiedene Motortypen daran zu befestigen. Da keine 3D-Daten der Motoren verfügbar sind, wurde die Befestigungsmöglichkeit anhand der Motorflansche bestimmt. Die maximalen Masse mit dieser Konfiguration betragen 520mm in horizontaler Richtung und 550mm in vertikaler Richtung.

9.1 MWM AKD10V

Einer der Motortypen, der befestigt werden kann, ist vom Hersteller MWM mit der Typenbezeichnung AKD10V. Dieser Motor ist ein alter Industriemotor, welcher auch in Landmaschinen verbaut wurde, unter anderem in den Schweizer Traktorenmarken Bucher oder Meili. Mit seinen 4 Zylindern, 4 Liter Hubraum und 38 PS war dieser Motor in den späten 1950er und frühen 1960er Jahren ein sehr zuverlässiger Antrieb. Mit einem Gewicht von ungefähr 300 kg kann er problemlos aufgespannt werden. Die Flanschmasse betragen 360mm horizontal und 270mm vertikal. Dieser Motor auf den untenstehenden Bildern muss überholt werden und wird der erste Motor sein, welcher mit dem Prototyp der Motor-Montagevorrichtung bearbeitet wird.



Abbildung 45: Motor MWM AKD10V



Abbildung 46: Flanschansicht Motor MWM AKD10V

9.2 Perkins AD 3.152

Perkins Motoren sind sehr häufig verbreitet im Fahrzeugbau. Sie werden in Baumaschinen und auch in Landmaschinen verbaut. Dieser Motor mit der Bezeichnung AD 3.152 hat eine Leistung von ca. 50 PS und einen Hubraum von 2.5 Liter. Er ist ein kleiner 3 Zylindermotor mit einem Gewicht von ungefähr 350 kg. Die Flanschmasse betragen horizontal und vertikal rund 430mm. Am häufigsten ist dieser Motortyp im Traktortyp Massey Ferguson 135 verbaut. Diese Angaben wurden von der Traktorenwerkstatt Büchler AG in Buttisholz zur Verfügung gestellt.

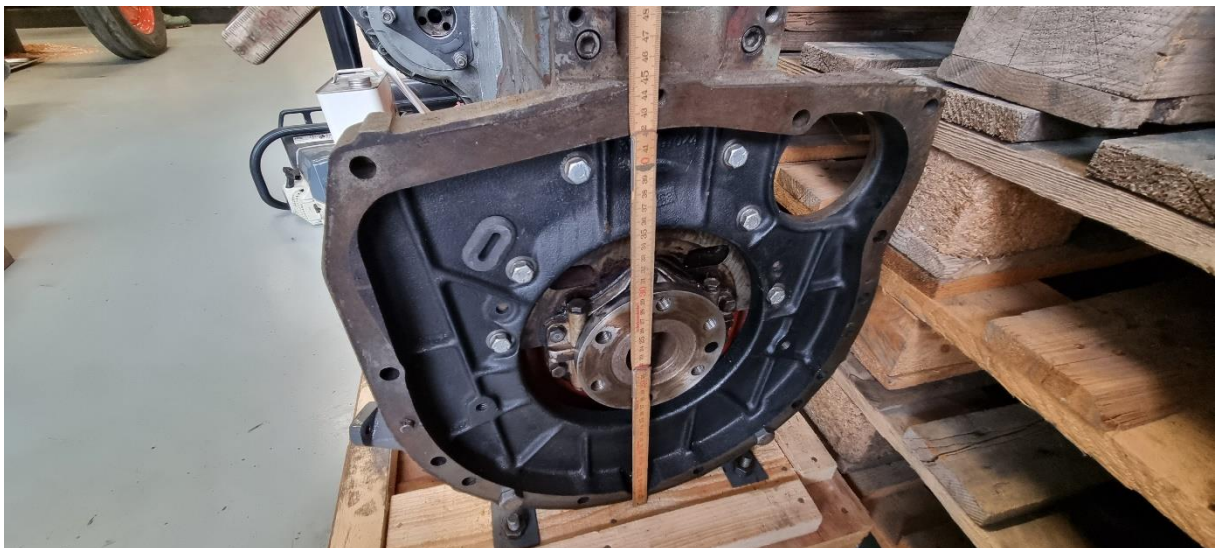


Abbildung 47: Flanschansicht Perkins AD 3.152



Abbildung 48: Motor Perkins AD 3.152 Seitenansicht

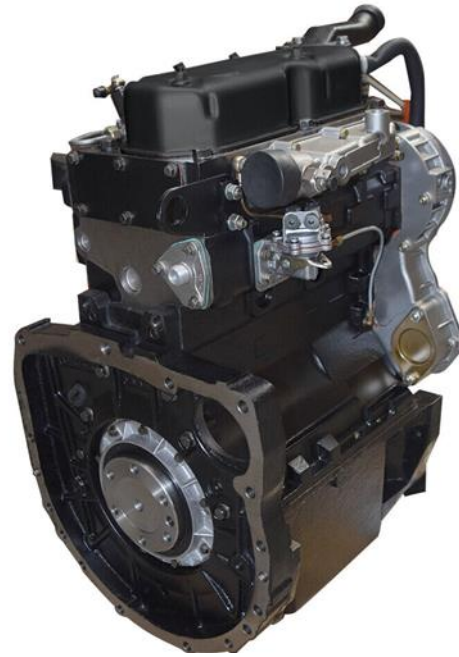


Abbildung 49: Motor Perkins AD 3.152 Neu

9.3 Fiat 8045.02.207

Das dritte Motorenmodell stammt vom bekannten Hersteller Fiat. Es ist ein firmeneigener Reihenmotor mit 4 Zylindern, 3.5 Liter Hubraum und stattlichen 64 PS. Er wurde unter anderem im Typ Fiat 640 verbaut. Bis heute ist dieser Typ sehr beliebt auf dem Oldtimermarkt. Fiat hat sich mit der Traktorenproduktion ebenfalls weit verbreitet in der Schweiz. Damals, in den 1960er Jahren, waren die italienischen Klassiker eine preiswerte und qualitativ hochwertige Alternative zu den Schweizer Traktorenmarken. Die genauen Abmasse des Flansches am Motor konnten leider nicht abgemessen werden und das Gewicht kann nur ungefähr angegeben werden. Die Abmasse betragen ca. 500mm in horizontaler und vertikaler Richtung. Damit liegt der Motor noch im möglichen Aufspannbereich der Vorrichtung. Das Gewicht beträgt ungefähr 500 kg. Diese Angaben wurden ebenfalls bei der Traktorenwerkstatt Büchler GmbH in Buttisholz eingeholt.



Abbildung 50: Motor 8045.02.207 Flanschansicht



Abbildung 51: Motor 8045.02.207 Seitenansicht

10 Überprüfung der Anforderungen
















Nr.	Anforderung	F	M	W	Status
1	Motoren mit den Abmassen 800mm x 800mm x 1000mm sollen aufgespannt werden können (B x H x L)	x			
2	Platzsparend zusammenklappbar bei Nichtgebrauch			x	
3	Die Vorrichtung soll von einer Person verschoben werden können	x			
4	Einfache Bedienung	x			
5	Geringer Kraftaufwand beim Handling		x		
6	Verwendung von Einkaufsteilen		x		
7	1000 kg Traglast	x			
8	Adaptierbar für mehrere Motortypen	x			
9	360° drehbar auf der Längsachse	x			
10	Die Drehachse muss bei Stillstand in Position bleiben	x			
11	Geschwindigkeit der Drehachse soll einstellbar sein			x	
12	Die Kosten des Serienproduktes sollen um 50% tiefer sein als die des Prototyps	x			
13	Die Kosten des Prototyps sollen maximal 4000 Fr. betragen			x	
14	Die Vorrichtung soll wartungsarm sein			x	
15	Sicherheitsfaktor von 40% ($v = 1.4$)		x		

Tabelle 21: Auswertung Anforderungsliste

10.1 Auswertung der Anforderungen

Nr. 1

Diese Anforderung konnte erfüllt werden. Mittels des CAD-Programmes konnte ein Dummy-Modell erstellt werden mit den geforderten Aussenmassen.

Nr. 2

Die Motor-Montagevorrichtung kann platzsparend verstaut werden, indem man die Ausleger herausnimmt und in die vorgesehenen Halterungen steckt. Damit nimmt die Vorrichtung nur wenig Platz in Anspruch bei Nichtgebrauch.

Nr. 3

Aufgrund der Mobilität durch die Schwerlast-Rollen kann die Vorrichtung beliebig an den passenden Ort befördert werden. Dies ist auch durch eine Person allein möglich. Die Anforderung wurde erfüllt.

Nr. 4

Ein Motor kann mit Hilfe der Spannelemente einfach und flexibel aufgespannt werden. Die Drehachse lässt sich mittels einer 32mm Stecknuss und einer Ratsche drehen. Es gibt kein manuelles Entsperren der Achse mit mechanisch Komponenten. Die Vorrichtung ist äusserst einfach in der Handhabung.

Nr. 5

Diese Anforderung wird als Teilerfüllt angesehen. Mit den Rollen lässt sich die Vorrichtung zwar einfach verschieben, jedoch kann es einen höheren Kraftaufwand benötigen, um die Drehachse zu bewegen. Hier ist das Hebelgesetz das Schlüsselwort. Je länger der Hebel, desto kleiner der Kraftaufwand. Mit einer Ratsche, die jeder Handwerker besitzt, hat man schon einen angemessenen Hebeleffekt.

Nr. 6

Es wurden so viele Einkaufsteile eingesetzt wie möglich. Diese lassen sich einfacher beschaffen und sind häufig günstiger als gefertigte Komponenten.

Nr. 7

Die Traglast von 1000 kg kann von der Vorrichtung bewältigt werden. Die Anforderung ist erfüllt.

Nr. 8

Es wurde aufgezeigt, dass mindestens drei verschiedene Motortypen aufgespannt werden können. Im Bewegungsradius der Spannelemente kann jeder Motor eingesetzt werden. Für grössere Dimensionen kann, wenn nötig, ein spezifisches Aufspannsystem erstellt werden. Die Anforderung wurde ebenfalls erfüllt.

Nr. 9

Die Anforderung wurde erfüllt. Die Drehachse lässt sich vollumfänglich drehen. Die Drehachse lässt sich im und gegen den Uhrzeigersinn drehen.

Nr. 10

Dank der Lastmomentsperre bleibt die Drehachse immer in Position, auch wenn durch die aufgespannte Last ein exzentrischer Schwerpunkt entsteht. Nur durch das Einwirken des Mechanikers lässt sie sich verschieben. Die Anforderung wurde erfüllt.

Nr. 11

Die Geschwindigkeit der Drehachse lässt sich nicht einstellen, da sie mechanisch von Hand bewegt wird. Diese Anforderung wurde leider nicht erfüllt, jedoch war dieser Anspruch keine Fest- oder Mindestanforderung.

Nr. 12

Die Kosten des Serienproduktes betragen rund 52.8% weniger als die Kosten des Prototyps. Damit ist diese Vorgabe knapp erfüllt. Durch weitere Optimierungen und durch andere Lieferanten könnten die Kosten mit Sicherheit noch etwas weiter gesenkt werden.

Nr. 13

Die maximalen Kosten des Prototyps von CHF 4'000 konnten nicht eingehalten werden. Dies, weil gewisse Komponenten aufgrund ihrer Bauart und Konstruktion höhere Kosten aufweisen als ursprünglich geplant. Dieser Punkt war zwar nur eine Wunschanforderung, jedoch wäre es aus persönlichen Gründen schön gewesen, dieses Ziel zu erreichen.

Nr. 14

An sich ist die Vorrichtung nahezu wartungsfrei. Die Gleitlager sind selbstschmierend, es ist deshalb keine zusätzliche Wartung nötig. Es schadet jedoch der Vorrichtung nicht, jährlich eine Reinigung durchzuführen. Dabei kann das Fettdepot in der Lastmomentsperre erneuert werden.

Nr. 15

Bei den Berechnungen konnte überall der Sicherheitsfaktor berücksichtigt werden. Die Vorrichtung erfüllt die Anforderung.

11 Schlusswort

Das Ende meiner Diplomarbeit ist bereits sehr nahe. Es war eine sehr spannende, aber auch intensive Zeit. Ich konnte sehr viel profitieren und auch dazulernen. Begonnen hatte alles mit der Idee, ein einzigartiges Produkt zu entwickeln. Zu Beginn sammelte ich alle notwendigen Informationen und habe ein Mindmap erstellt. Mit der Konzipierung habe ich meinen Weg zum Ziel vorgegeben. Mittels des morphologischen Kastens ermittelte ich meine optimale Lösungsvariante. Die Entwicklung der Vorrichtung hat mir einiges abverlangt, weil ich noch keine explizite Vorstellung hatte, wie mein Produkt aussehen soll und welche Systeme dafür geeignet sind. Die Konstruktion des Lagersystems war dabei der schwierigste Teil. Das Lagersystem muss kompakt gebaut sein und doch genug stabil sein für die maximale Traglast. Ich bin mit meiner Arbeit sehr zufrieden. Die notwendigen Anforderungen konnten alle soweit umgesetzt werden und gemäss Marktumfrage ist ein Interesse vorhanden. Den Prototypen werde ich zu einem späteren Zeitpunkt bestimmt realisieren. Da es - wie in der Aufgabenstellung beschrieben - eine Basisversion ist, kann die Entwicklung nach Abschluss dieser Arbeit weitergehen. Es gibt viele Möglichkeiten, das Produkt noch weiterzuentwickeln und mit Optionen und Varianten auszustatten und aufzuwerten. Sei es zum Beispiel ein elektrischer Antrieb oder die Möglichkeit, die Säule in der Höhe zu verstellen. Um Verschmutzungen am Boden zu vermeiden könnte man auch eine Auffangwanne hinzufügen. Die Möglichkeiten, das Projekt fortzuführen, sind gross.

11.1 Lessons learned

Die Arbeit mit dem CAD-Programm hat sehr Spass gemacht. Ich habe dieses Programm in der Berufsschule kennengelernt und habe es seit dem immer wieder für Projekte genutzt. Doch dieses Mal so intensiv wie noch nie. Ich konnte meine Fertigkeiten im Bereich CAD damit verbessern und bekam auch ein wenig Routine. Es hat viel Zeit gebraucht, die Fertigungszeichnungen alle korrekt nach Norm zu erstellen. Auch hier konnte ich in Verbindung mit dem Normenauszug viel profitieren.

Im Bereich des methodischen Prozesses konnte ich mein Know-how ebenfalls vertiefen und weiter dazulernen. Die Konzipierung ist immer wieder aufs Neue ein spannendes Kapitel. Man öffnet zuerst seinen Horizont und fängt anschliessend an, sich anhand von Kriterien und Fakten auf einen Weg zu fokussieren.

11.2 Verdankung

Zum Schluss möchte ich mich bei allen Personen bedanken, welche mich bei dieser Arbeit unterstützt haben. An dieser Stelle möchte ich meinem Diplomlehrer, Herr Simon Argenton, vielmals danken für seine hilfreichen Tipps und Ratschläge. Einer seiner Tipps hatte sogar einen massgebenden Einfluss auf die Entwicklung der Motor-Montagevorrichtung. Besten Dank dafür!

Ein weiteres Dankeschön möchte ich meinem Vorgesetzten, Herrn Daniel Furrer, aussprechen. Er hat mich bei der Themenwahl unterstützt, obwohl meine Themenwahl kein Projekt war, welches sich direkt mit meinem Arbeitgeber in Verbindung bringen lässt. Ich freue mich auf die weitere Zusammenarbeit.

Für die Erstellung der Offerten gebührt ein grosses Dankeschön der Firma TRISA AG, welche sich die Zeit genommen hat und einen Kostenvoranschlag für die Produktion der Werkstücke gemacht hat. Nur so konnte ich mir ein Bild machen, wo mein Produkt im Preissegment steht.

Einen grossen Dank möchte ich an Frau Daniela Frey-Stoller aussprechen, welche mir ihre Hilfe als Lektorin anbot und mir geholfen hat, die Arbeit auf Ihre Korrektheit zu prüfen.

12 Selbstständigkeitserklärung

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

Philipp Wanner



Knutwil, 11.11.2023

13 Verzeichnisse

13.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Motor-Montagevorrichtung Betriebsansicht	9
Abbildung 2: Mobile Ansicht	9
Abbildung 3: Profilbild Student	11
Abbildung 4: Projektplan	18
Abbildung 5: Mindmap	19
Abbildung 6: Aufbau der Vorrichtung	20
Abbildung 7: Aufbau Wälzlager	21
Abbildung 8: Gleitlagerbuchsen	22
Abbildung 9: Beispiel schiefe Ebene.....	23
Abbildung 10: Black Box	25
Abbildung 11: Ansicht 1 Prinzipskizze	26
Abbildung 12: Ansicht 2 Prinzipskizze	26
Abbildung 13: Funktionsstruktur.....	27
Abbildung 14: Lösungsvariante Orange.....	35
Abbildung 15: Lösungsvariante Grün	36
Abbildung 16: Technische Daten Motor MAN D1556	38
Abbildung 17: Vorberechnung 1.....	39
Abbildung 18: Vorberechnung 2.....	40
Abbildung 19: Stahlprofil.....	41
Abbildung 20: Schwerlast-Rolle	42
Abbildung 21: Lagerflansch Ansicht hinten und vorne.....	43
Abbildung 22: MBW-Gleitlager.....	43
Abbildung 23: Explosionszeichnung Lastmomentsperre.....	44
Abbildung 24: Grundgestell.....	45
Abbildung 25: Grundgestell Ansicht oben.....	46
Abbildung 26: Säulenträger	46
Abbildung 27: Lagerung Schritt 1	47
Abbildung 28: Lagerung Schritt 2	48
Abbildung 29: Lagerung Schritt 3	48
Abbildung 30: Ausleger	49
Abbildung 31: Verbindungsteil	49

Abbildung 32: Ansicht Sicherungsbolzen mit Klapstecker.....	49
Abbildung 33: Aufspannsystem Ansicht Seite	50
Abbildung 34: Aufspannsystem Ansicht vorne.....	51
Abbildung 35: Motor-Montagevorrichtung.....	51
Abbildung 36: Motor-Montagevorrichtung Seitenansicht	68
Abbildung 37: Motor-Montagevorrichtung Seitenansicht mit Motor.....	69
Abbildung 38: Motor-Montagevorrichtung Mobile Ansicht.....	70
Abbildung 39: Motor-Montagevorrichtung Mobile Seitenansicht	71
Abbildung 40: Einleitung Umfrage	75
Abbildung 41: Fragestellung Umfrage	77
Abbildung 42: Statistik Umfrage.....	79
Abbildung 43: Bewertung Umfrage.....	79
Abbildung 44: Feedback Umfrage	80
Abbildung 45: Motor MWM AKD10V	81
Abbildung 46: Flanschansicht Motor MWM AKD10V	82
Abbildung 47: Flanschansicht Perkins AD 3.152.....	82
Abbildung 48: Motor Perkins AD 3.152 Seitenansicht	83
Abbildung 49: Motor Perkins AD 3.152 Neu	83
Abbildung 50: Motor 8045.02.207 Flanschansicht.....	84
Abbildung 51: Motor 8045.02.207 Seitenansicht.....	84

13.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen Geometrie.....	15
Tabelle 2: Anforderungen Traglast.....	15
Tabelle 3: Anforderungen Drehachse	15
Tabelle 4: Anforderungen Kosten	15
Tabelle 5: Anforderungen Wartung	16
Tabelle 6: Anforderungen Sicherheit.....	16
Tabelle 7: Anforderungen Legende	16
Tabelle 8: Morphologischer Kasten	30
Tabelle 9: Skala Punktebewertung	31
Tabelle 10: Auswertung Teilfunktion 1	32
Tabelle 11: Auswertung Teilfunktion 2	32
Tabelle 12: Auswertung Teilfunktion 3	32
Tabelle 13: Auswertung Teilfunktion 4	33
Tabelle 14: Auswertung Teilfunktion 5	33
Tabelle 15: Auswertung Teilfunktion 6	33
Tabelle 16: Auswertung Teilfunktion 7	34
Tabelle 17: Auswertung Teilfunktion	34
Tabelle 18: Gesamtauswertung	34
Tabelle 19: Kostenübersicht Prototyp.....	72
Tabelle 20: Kostenübersicht Serie.....	73
Tabelle 21: Auswertung Anforderungsliste	85

13.3 Literaturverzeichnis

13.3.1 Fachliches

- Technische Mechanik Alfred und Wolfgang Böge
- Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik Alfred und Wolfgang Böge
- Tabellenbuch Metall Europa Lehrmittel
- Maschinenelemente Tabellenbuch Roloff/Matek
- Maschinenelemente Normung, Berechnung, Gestaltung Roloff/Matek
- Normen-Auszug 2022 SNV

13.3.2 Betriebsmittel

- Microsoft Teams
- Microsoft Forms
- Office 365
- Internet
- Autodesk Inventor Professional 2024
- Snipping Tool
- MDESIGN Roloff / Matek Edition

13.4 Quellenverzeichnis

- <https://www.rollenplus.de/Schwerlast-Lenkrolle-500-kg-125-mm-Rad-Kugellager-Polyurethan-Laufflaeche>
- https://gleitlager.ch/de/produkte/gleitlager/stahlbuchsen#defaultArea-7-accordionPanel_0
- <https://gleitlager.ch/de/produkte/gleitlager/mbw-gleitlager>
- <https://www.ringspann.ch/de/produkte/freilaeufe/lastmomentsperren>
- <https://static-files.ringspann.com/Datenblatt-IR-802.pdf>
- <https://shop.d-a.ch/de/>
- <https://www.traceparts.com/de>
- https://pages.xometry.eu/de?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=16357372503&utm_content=657039659997&utm_term=xometry&gad=1&gclid=CjwKCAjw38SoBhB6EiwA8EQVLIHC6wIHFUhtGLFcWyclROGd7AI72zPiZ7t2rehYxEHOLXUDc0kD_RoCqUUQAvD_BwE
- <https://www.westfalia-versand.ch/landwirtschaft/anbaugeraete/dreipunktaufnahme/bolzen/118646-westfalia-oberlenkerbolzen-verzinkt-verschiedene-ausfuehrungen>

- <https://toolster.ch/de/start.htm>
- <https://www.bossard.com/eshop/ch-de/>
- <https://www.schweizer-fn.de/maschinenelemente/passfeder-bolzen/passfeder-bolzen.php#tau>
- <https://www.man.eu/engines/de/produkte/off-road/bau-sondermaschinen/man-motor-d1556.html>
- https://www.schlepper-teile.de/de/traktorteile/motor/motorblock_einzelteile/komplettmotoren/index.pmode?detailid=8499
- https://get.xometry.eu/sign_in
- https://de.wikibooks.org/wiki/Traktorenlexikon:_Fiat_640/640_DT3/640_DT
- <https://www.buchertraktoren.ch/>

14 Anhang

14.1 Datenblatt ETG100



Brütsch/Rüegger Metals AG
Althardstrasse 83 • Postfach • 8105 Regensdorf, Schweiz
Telefon +41 44 871 34 34 • Fax +41 44 871 34 99
info@brr.ch • www.brr.ch

ETG 88/100

Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften

ETG 88/100

Composition chimique et caractéristiques mécaniques

Werkstoffgruppe

Hochfeste Sonderstähle

Verwendung

ETG eignet sich für Gewindebolzen mit Anzugmutter, Motorwellen und Antriebswellen. Spanlose Bearbeitungen wie Stanzen, Biegen, Stauchen, Schmieden etc. sind nicht zu empfehlen.

Eigenschaften

- Bedingte Schweissbarkeit
- Sehr gute Zerspanungseigenschaften
- Hohe Dauer- und Verschleissfestigkeit
- Geringe Eigenspannungen

Chemische Zusammensetzung

Groupe de matière

Aciers spéciaux à haute résistance mécanique

Utilisation

ETG convient aux boulons filetés avec écrous de serrage, arbres moteur et arbres d'entraînement. Les opérations sans enlèvement de copeaux telles que le poinçonnage, le pliage, le refoulement, le forgeage, etc. ne sont pas recommandées.

Propriétés

- Soudabilité conditionnelle
- Très bonnes propriétés de coupe
- Haute résistance à la fatigue et à l'usure
- Faibles contraintes résiduelles

Composition chimique

Bezeichnung / Désignation	Chemische Zusammensetzung / Composition chimique [%]				
Werkstoffname	C	Si	Mn	P max.	S
ETG88/100	0,42 ... 0,48	0,10 ... 0,30	1,35 ... 1,65	0,04	0,24 ... 0,33

Die Analyse entspricht SAE1144 bzw. 44SMn28 (1,0762).
Abweichung Stückanalyse von der Schmetzanalyse gemäß EN 10087, Tabelle 2

Mechanische Eigenschaften

Composition chimique

				ETG 88	ETG 100
Statisch					
Abmessungen		Ø	mm	5,0 – 114,3	6,0 – 70,8
Dimension					
Dehngrenze	gezogen étiré	R _{p0,2}	N/mm ²	> 685	> 865
	geschliffen meulé	R _{p0,2}	N/mm ²	> 685	> 800
Zugfestigkeit		R _m	N/mm ²	800 ... 950	960 ... 1100
Résistance à la traction					
Bruchdehnung		A ₅	%	> 7	> 6
Allongement à la rupture					
Einschnürung		Z	%	ca. 30	ca. 20
E-Modul			N/mm ²	ca. 200'000	ca. 200'000
Zugfestigkeit (quer)		R _m	N/mm ²	ca. 600	ca. 720
Härte					
HRC				ca. 28	ca. 32
HB 30				ca. 280	ca. 320
Scherfestigkeit (quer)		T _s	N/mm ²	ca. 510	ca. 590
Torsionsfestigkeit		T ₁	N/mm ²	ca. 440	ca. 540
Kerbschlagarbeit		AV _{RT}	J	ca. 25	ca. 10

14.2 Datenblatt EN AW-6082

Metall Service Menziken

klöckner & co multi metal distribution



Datenblatt zu Aluminiumplatten EN AW-6082

Bezeichnung	EN AW-6082 T651 · EN AW AlSi1MgMn · DIN AlMgSi1												
Chemische Zusammensetzung (Gewichts-%)	Elemente	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Bemerkung	Andere	
												Einzel	Total
	Min.	0.70			0.40	0.60							
Max.	1.30	0.50	0.10	1.00	1.20	0.25			0.20	0.10		0.05	0.15
Eigenschaften	Gute Festigkeit und sehr gute Zerspanbarkeit • spannungsarm gereckt • gute Korrosionsbeständigkeit • sehr gute Polierfähigkeit • gut schweisbar mit Zusatzwerkstoff												
Anwendung	Mechanisch beanspruchte Bauelemente im Fahrzeug- Apparate- Maschinen- und Anlagebau • Schweisskonstruktionen												
Physikalische Eigenschaften	Dichte											2.70 g/cm ³	
	Elastizitätsmodul											69 [GPa]	
	Wärmeausdehnungskoeffizient											23.4 [10 ⁻⁶ 1/K]	
	Wärmeleitfähigkeit											150-170 [W/m x K]	
	Elektrische Leitfähigkeit bei 20°C											24-28 [mΩmm ²]	
Korrosionsbeständigkeit	Normale Atmosphäre											sehr gut	
	Industrie, Meerwasser											gut	
Mechanische Eigenschaften	Zugfestigkeiten Rm											min. 275 N/mm ²	
	0.2% Dehngrenze Rp 0,2											min. 240 N/mm ²	
	Bruchdehnung A5%											min. 6	
	Brinellhärte											min. 84	
	Zustand											T651	
	Bearbeitung											sehr gut	
	Formstabilität											gut	
	Schweissen											sehr gut	
	Schweisszusatz (MIG / WIG)											AA 4043 / 5356	
Toleranzen	Oberfläche											walzroh	
	Breite / Länge											kreisgesägt N8-9	
	Ebenheit	bei Dicke 6 – 50 mm										Norm	
		bei Dicke 51-200 mm										Norm	
	Geradheit											Norm	
												gem. EN 485-3	
Dickentoleranzen	bei Plattenbreite über 1'250 mm bis 1'600 mm (gem. EN 485-3)												
Dicke <= in mm		6	8	10	12	15	20	25	30	40			
Toleranz in mm		+/- 0.32	+/- 0.40	+/- 0.50	+/- 0.60	+/- 0.60	+/- 0.70	+/- 0.75	+/- 0.75	+/- 0.85			
Zugfestigkeit in N/mm ²		300	300	300	300	295	295	295	295	295			
Dicke <= in mm		50	60	70	80	90	100	120	130	140	150		
Toleranz in mm		+/- 1.00	+/- 1.20	+/- 1.50	+/- 1.50	+/- 1.80	+/- 1.80	+/- 2.20	+/- 2.20	+/- 2.20	+/- 2.20		
Zugfestigkeit in N/mm ²		295	295	295	295	295	295	275	275	275	275		
Oberflächenbehandlung	Anodische Oxidation: technisch											sehr gut	
	Anodische Oxidation: dekorativ											mässig	
	Hartverchromen											ja	
	Chromatieren / Phosphatieren											ja	

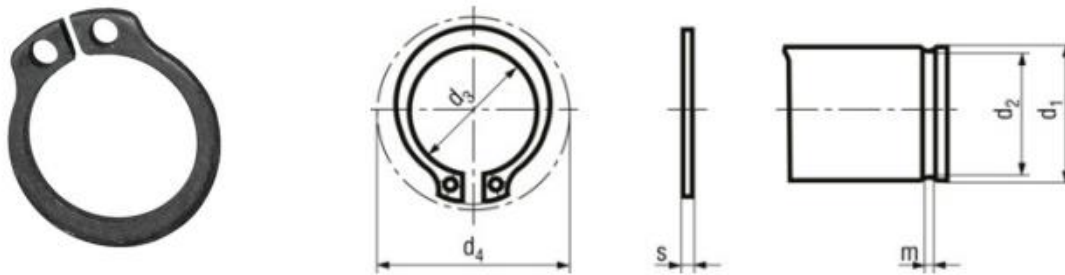


14.3 Datenblatt Sicherungsring



Sicherungsringe für Wellen schwere Ausführung

BN 821



Norm **DIN 471**, -UNI 7436, -ČSN 022930

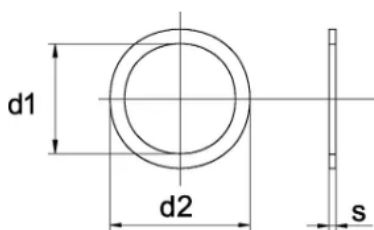
Werkstoff **Federstahl**

Oberfläche **schwarz**

FR: Tragfähigkeit der Sicherungsringe bei scharfkantiger Anlage

14.4 Datenblatt Passscheibe

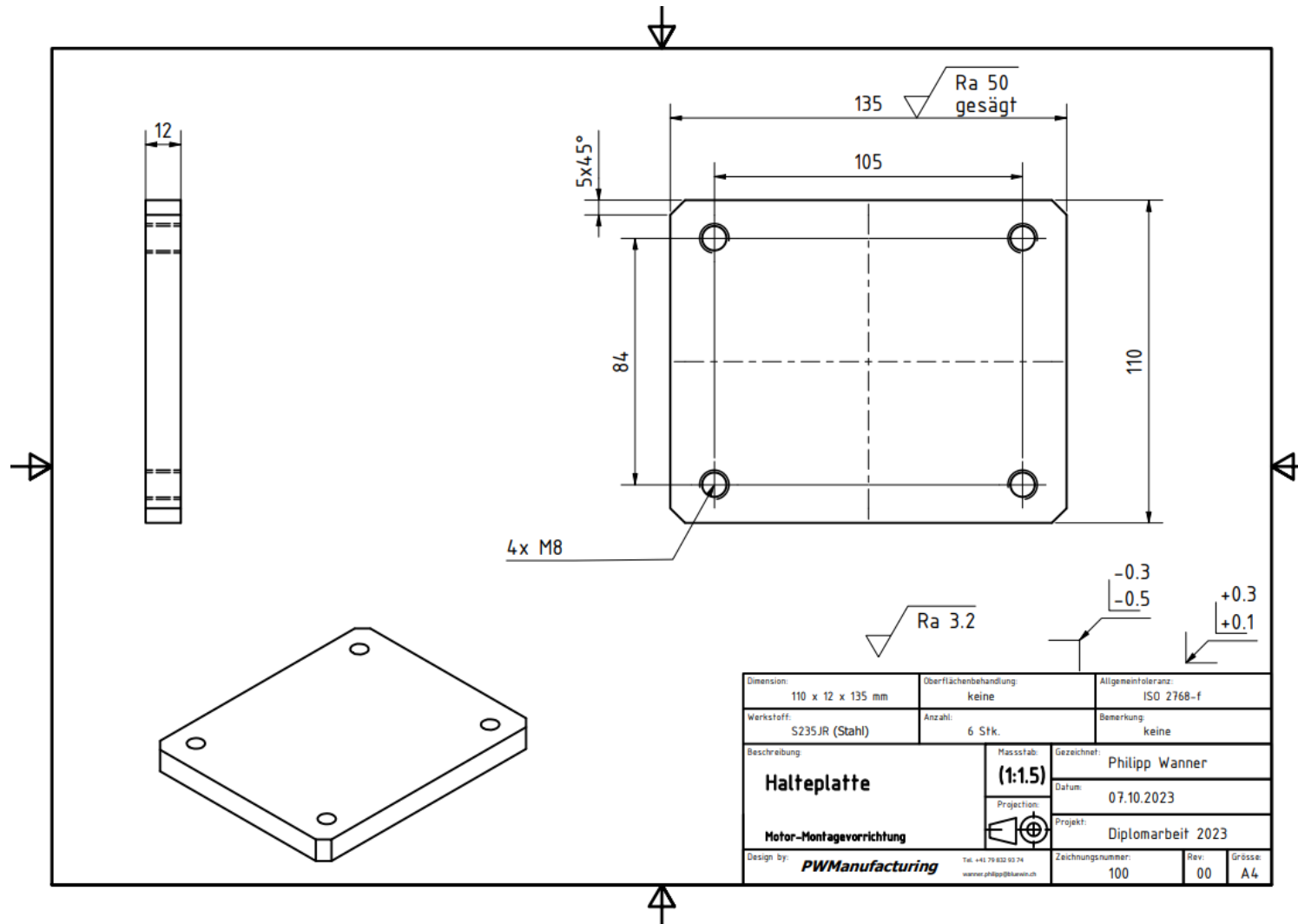
988354525 Passscheibe 35x45x2,5



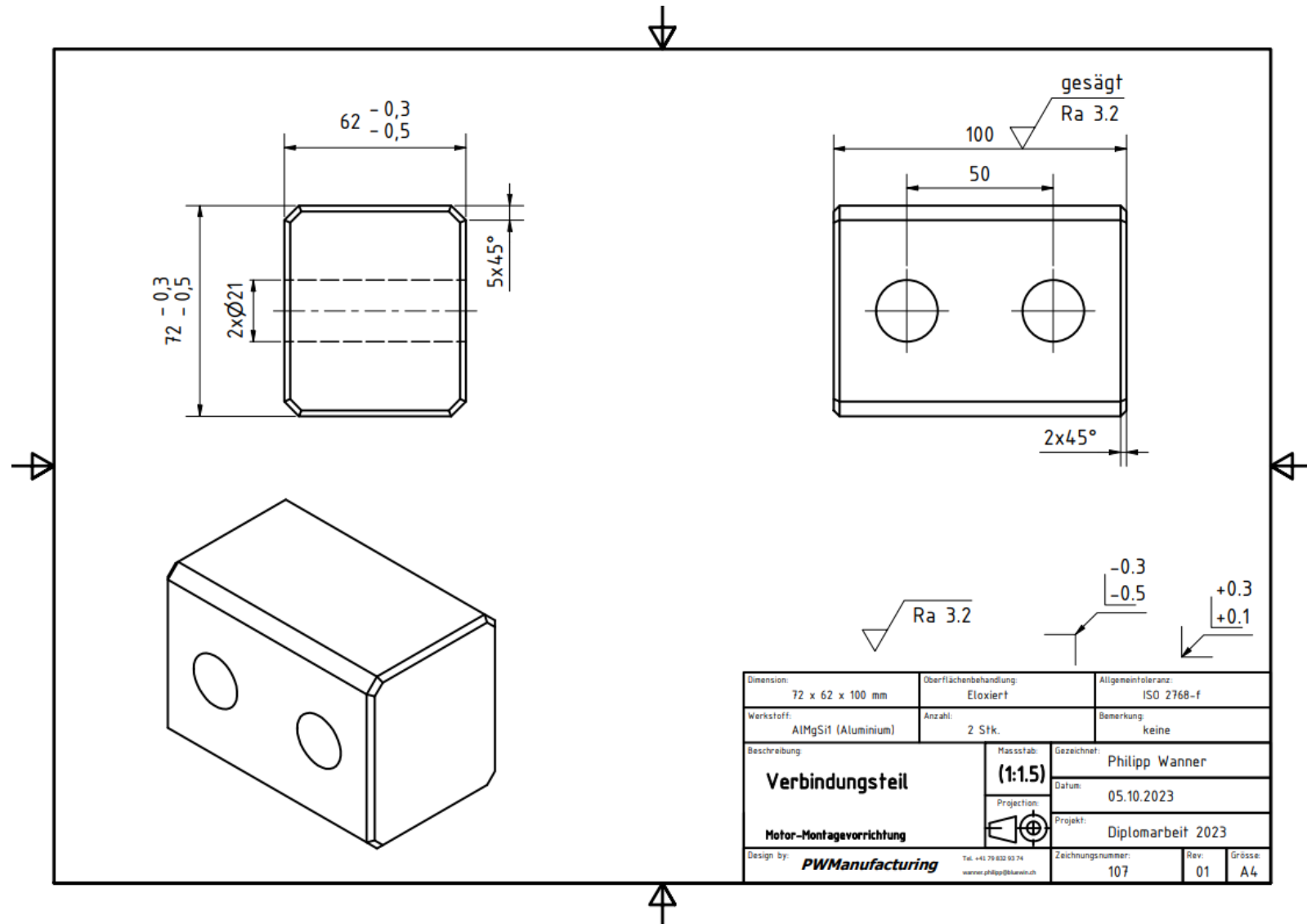
Artikelnummer	988354525
EAN	8716106780723
Einheit	pro Stück
Rundung	25
Produktdetails	Ausgleich von Spiel, z. B. mit Wellen-Naben-Verbindung
d1 Innendurchmesser	35 mm
d2 Außendurchmesser	45 mm
s Dicke	2.5 mm
Material	Stahl
DIN-Norme	988
Material	St 2K50

14.5 CAD-Zeichnungen Einzel

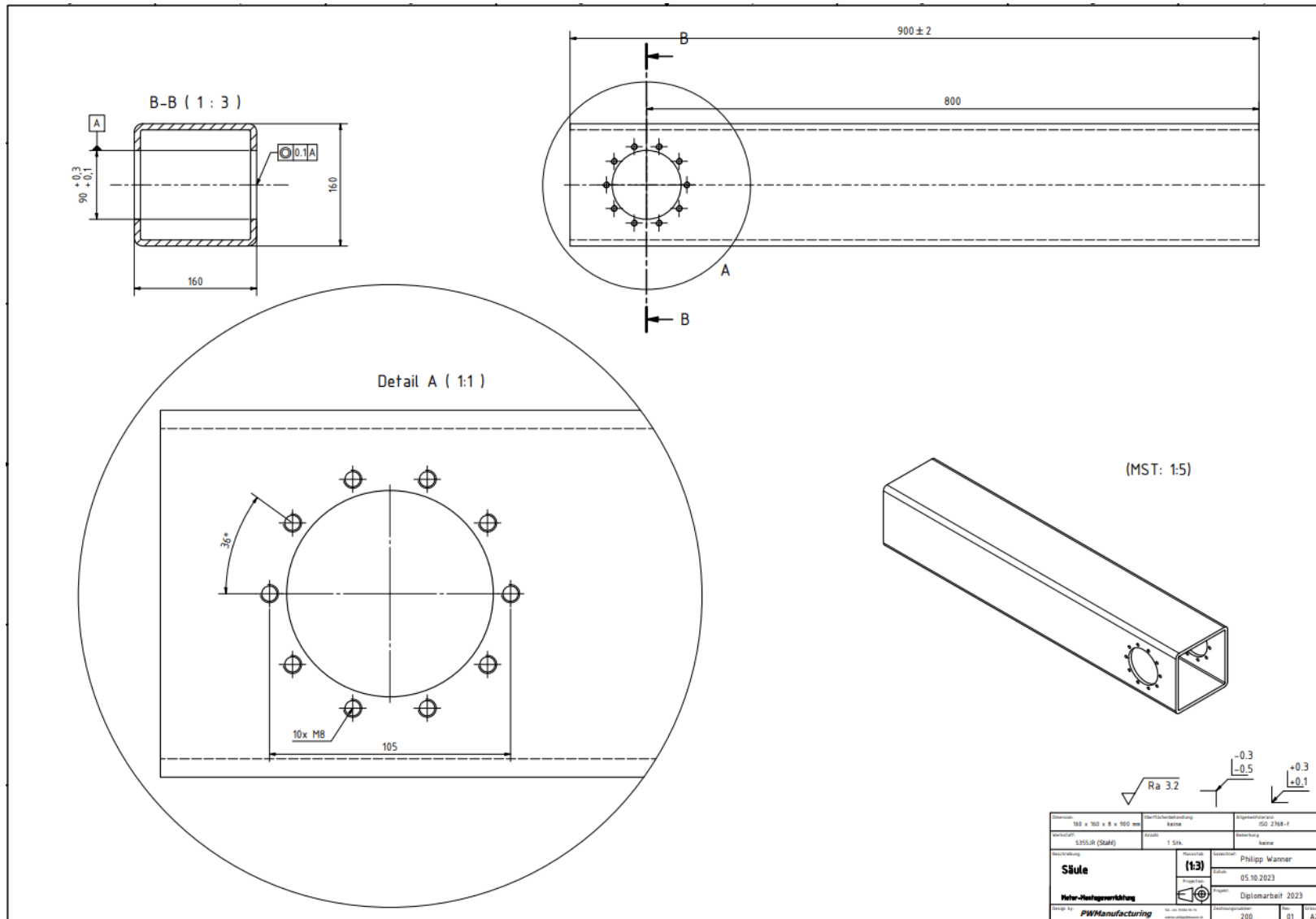
14.5.1 100-00 Halteplatte



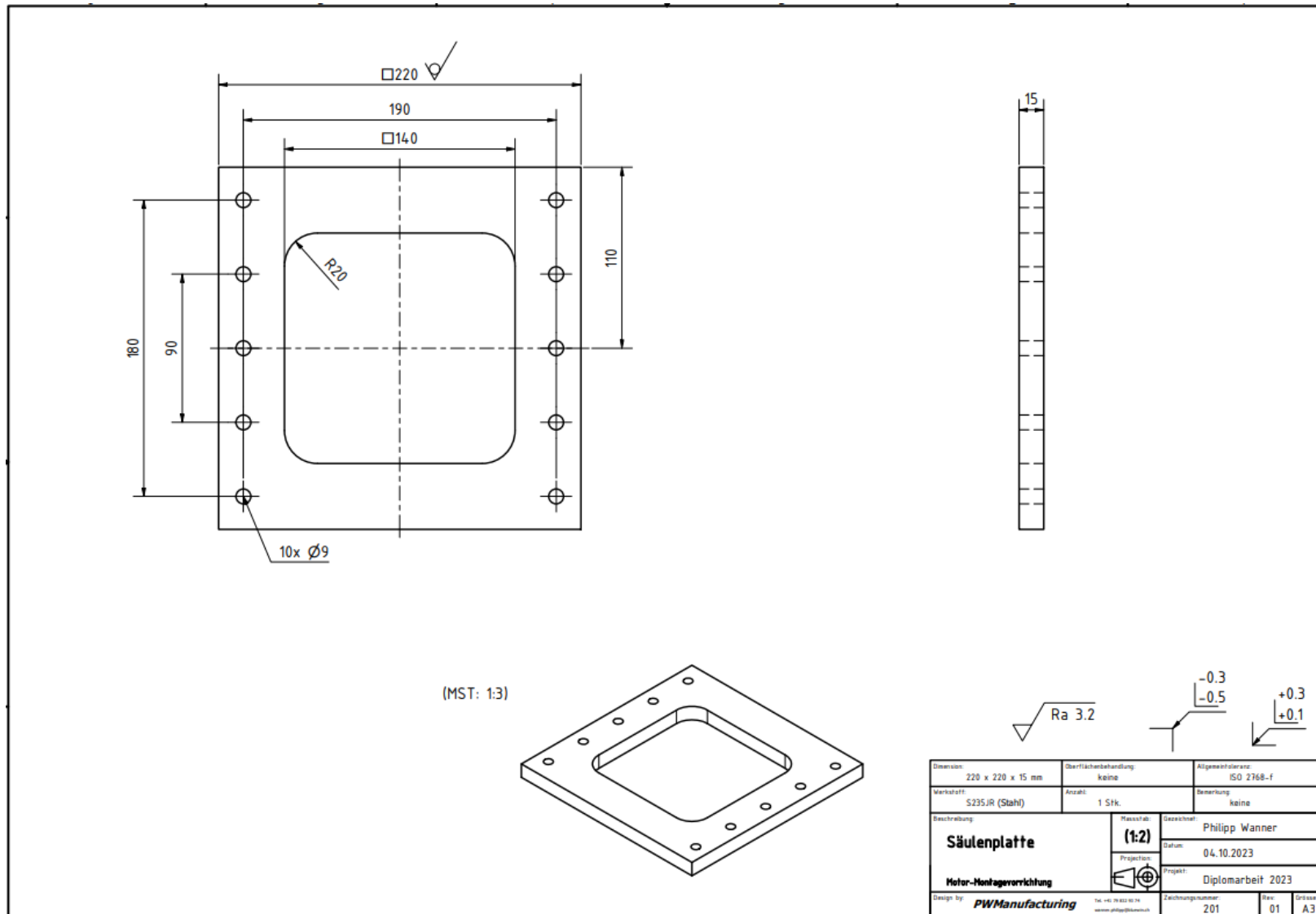
14.5.2 107-01 Verbindungsteil



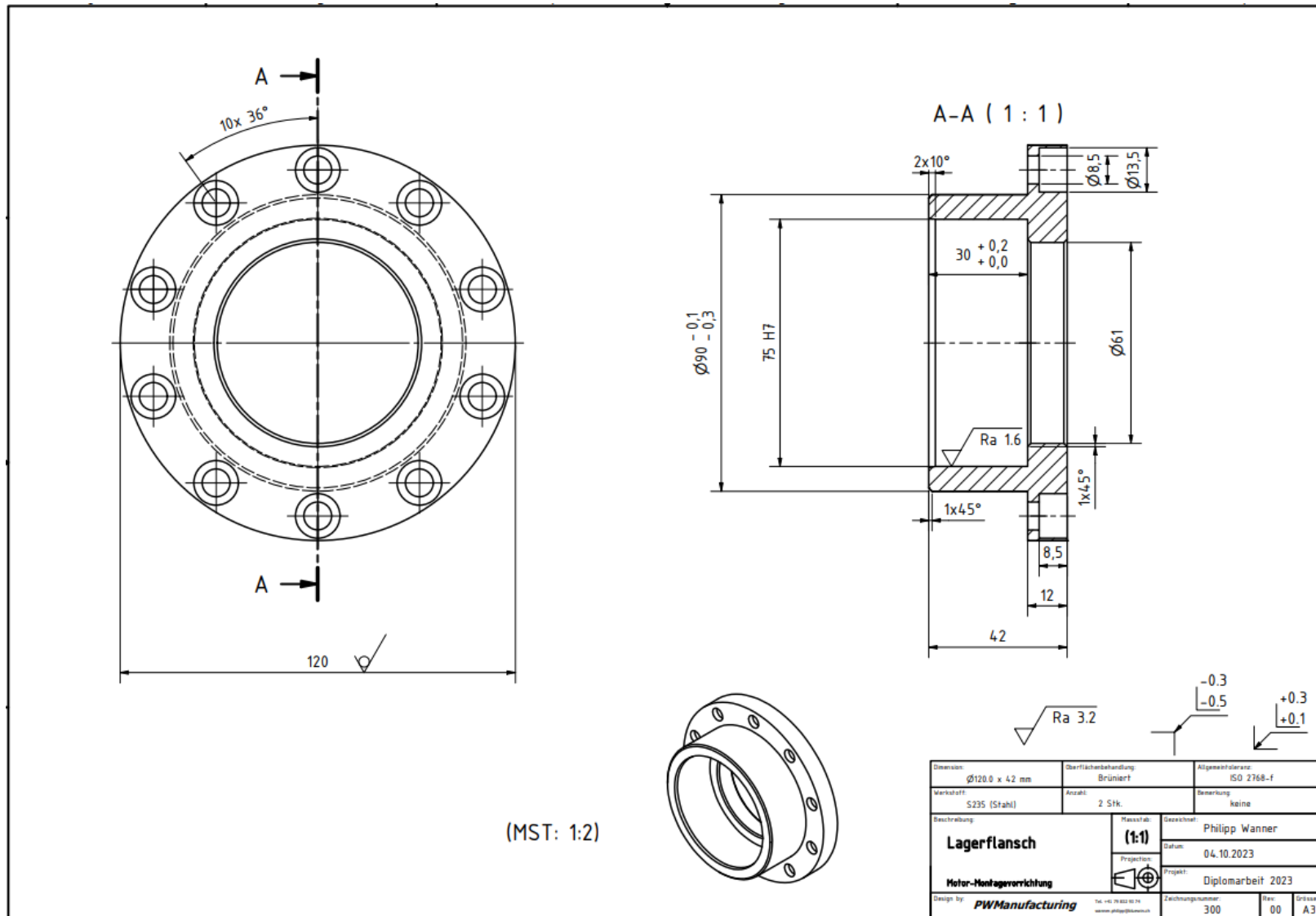
14.5.3 200-01 Säule



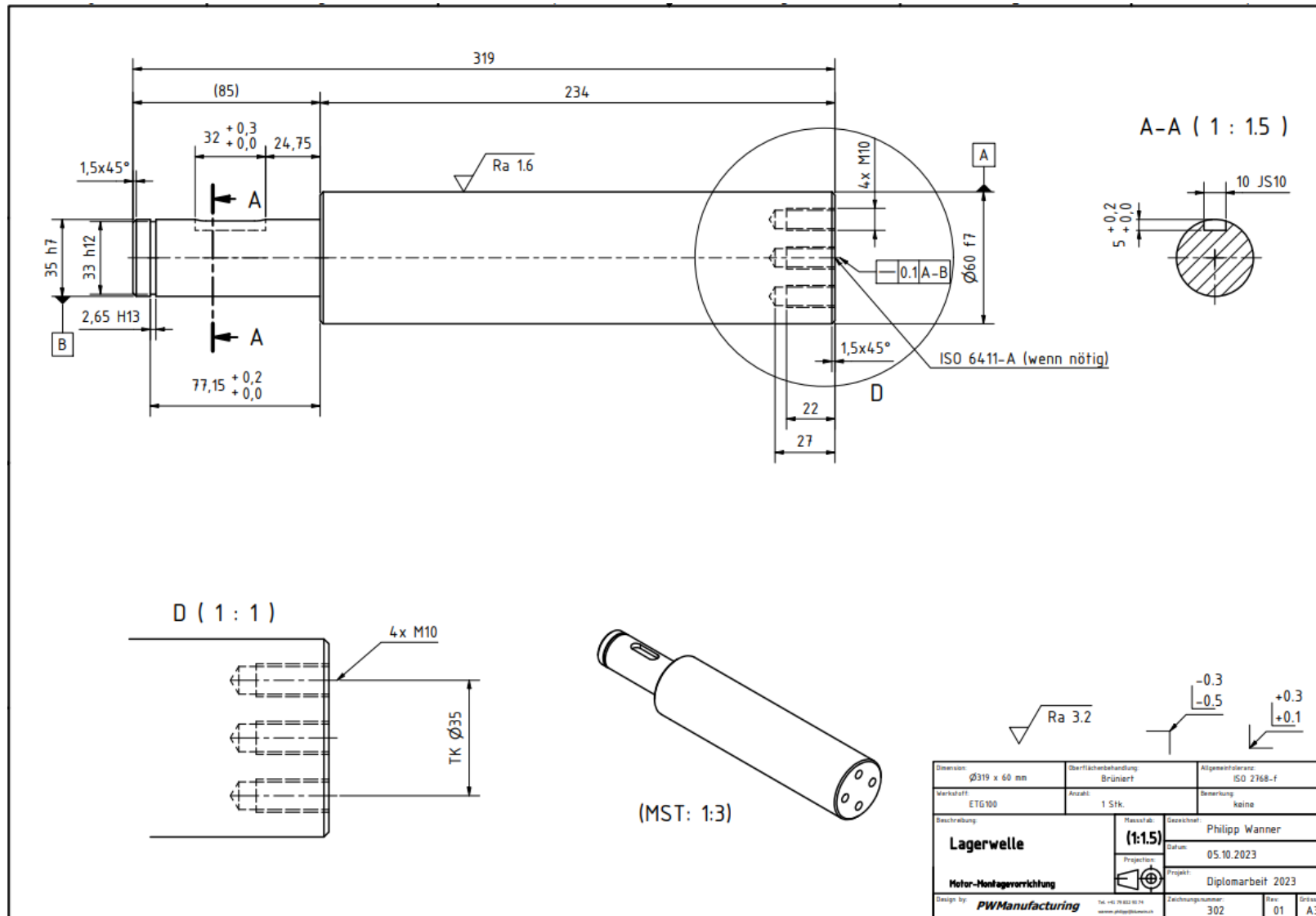
14.5.4 201-01 Säulenplatte



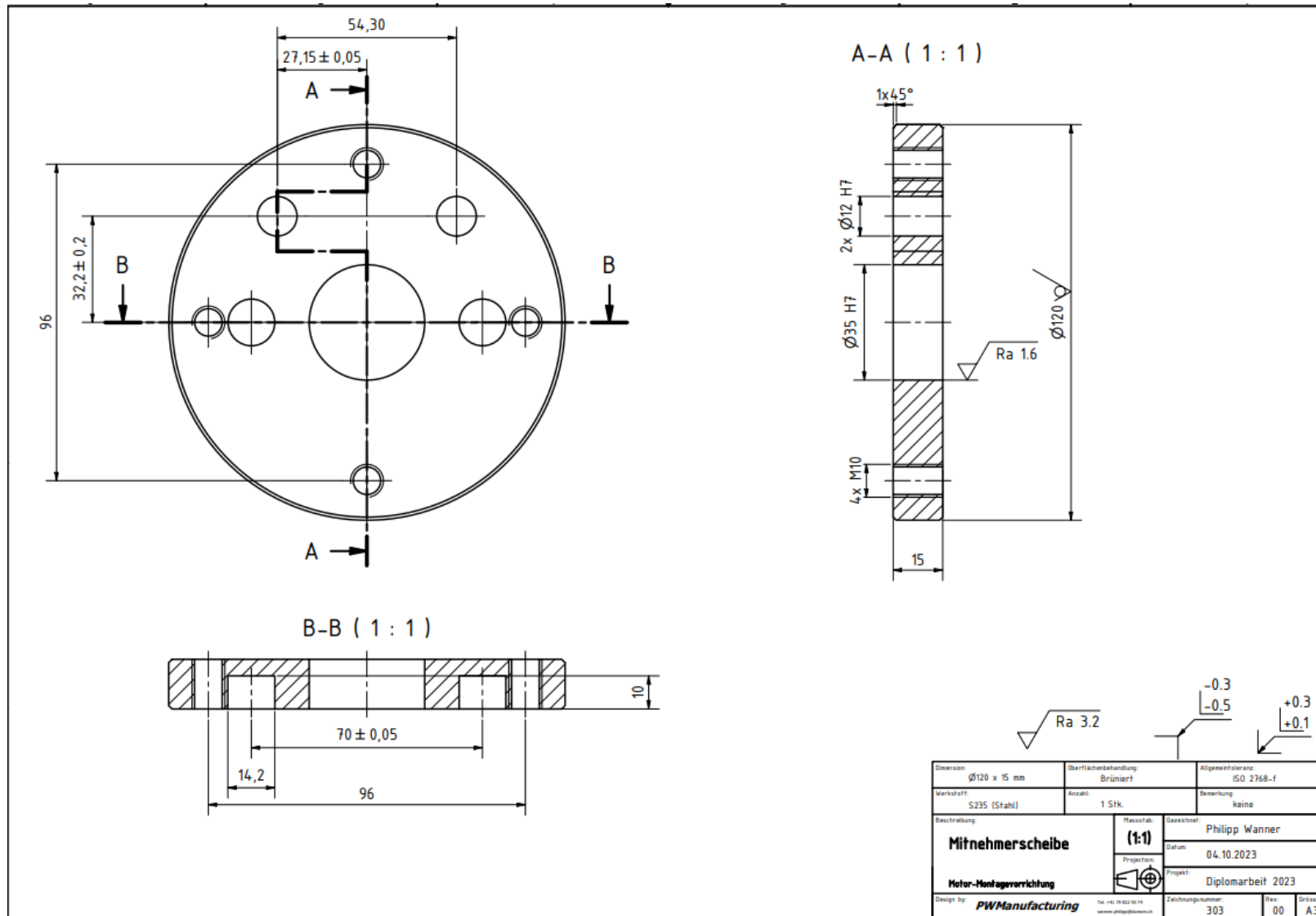
14.5.5 300-00 Lagerflansch



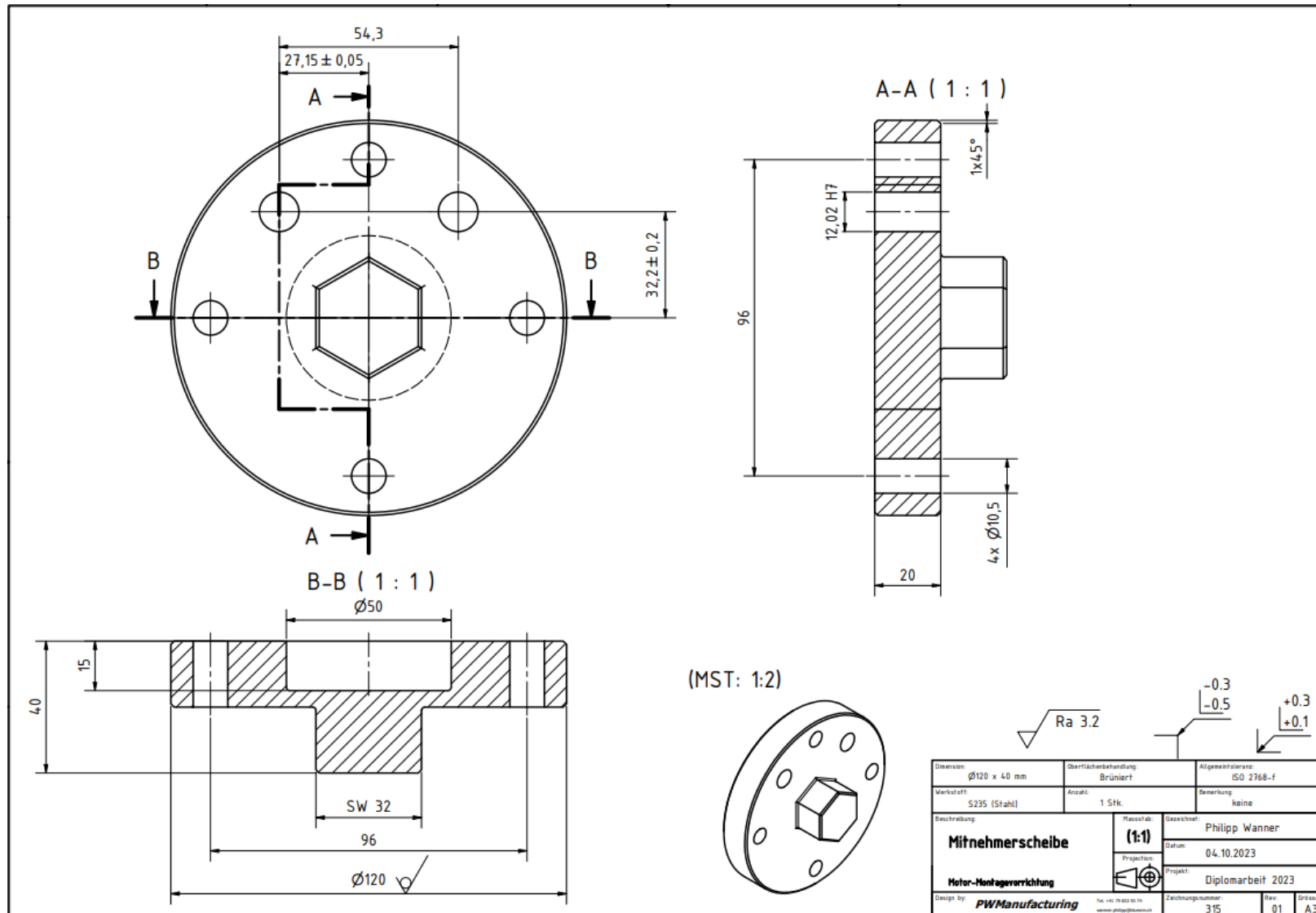
14.5.6 302-01 Lagerwelle



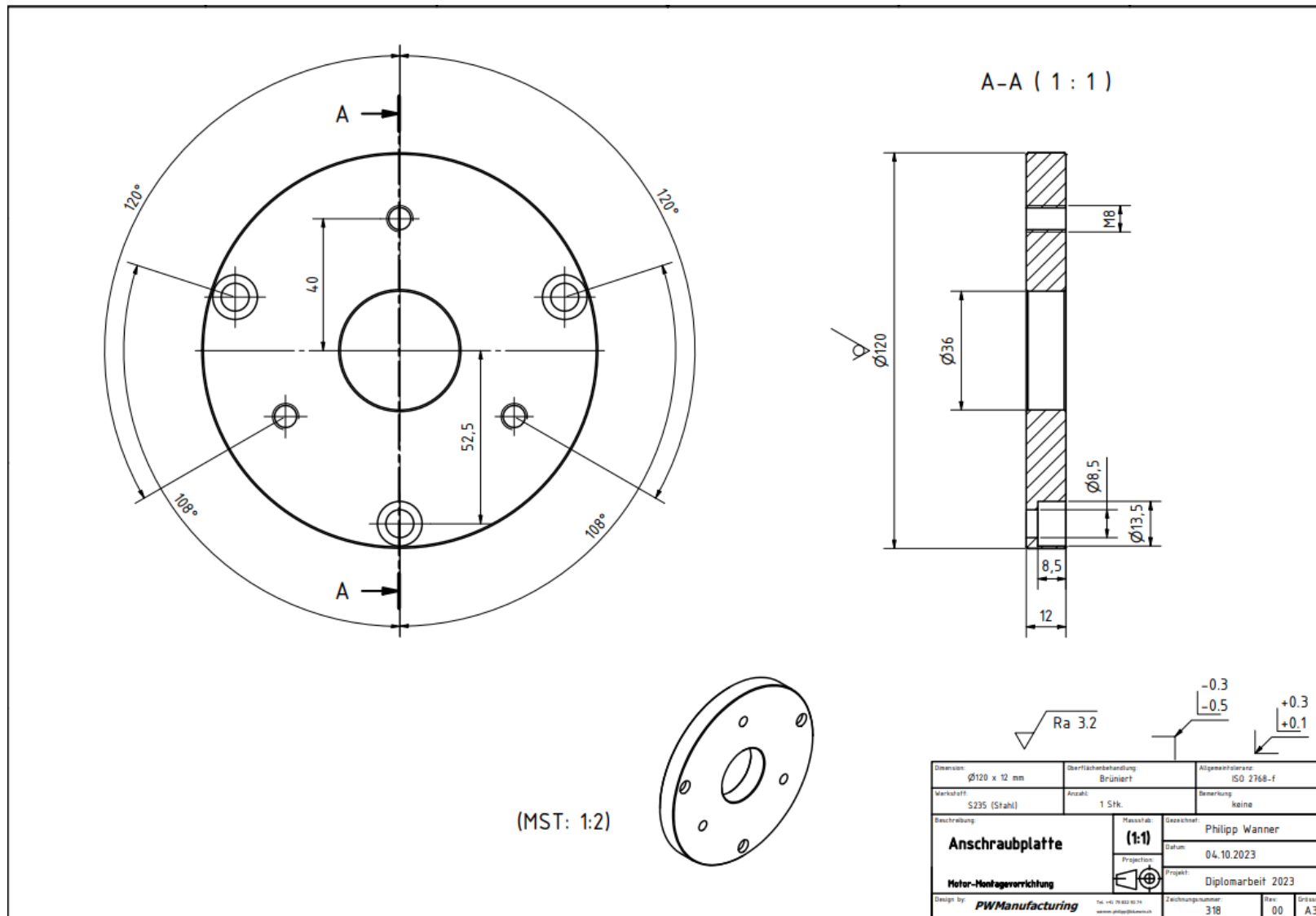
14.5.7 303-00 Mitnehmerscheibe



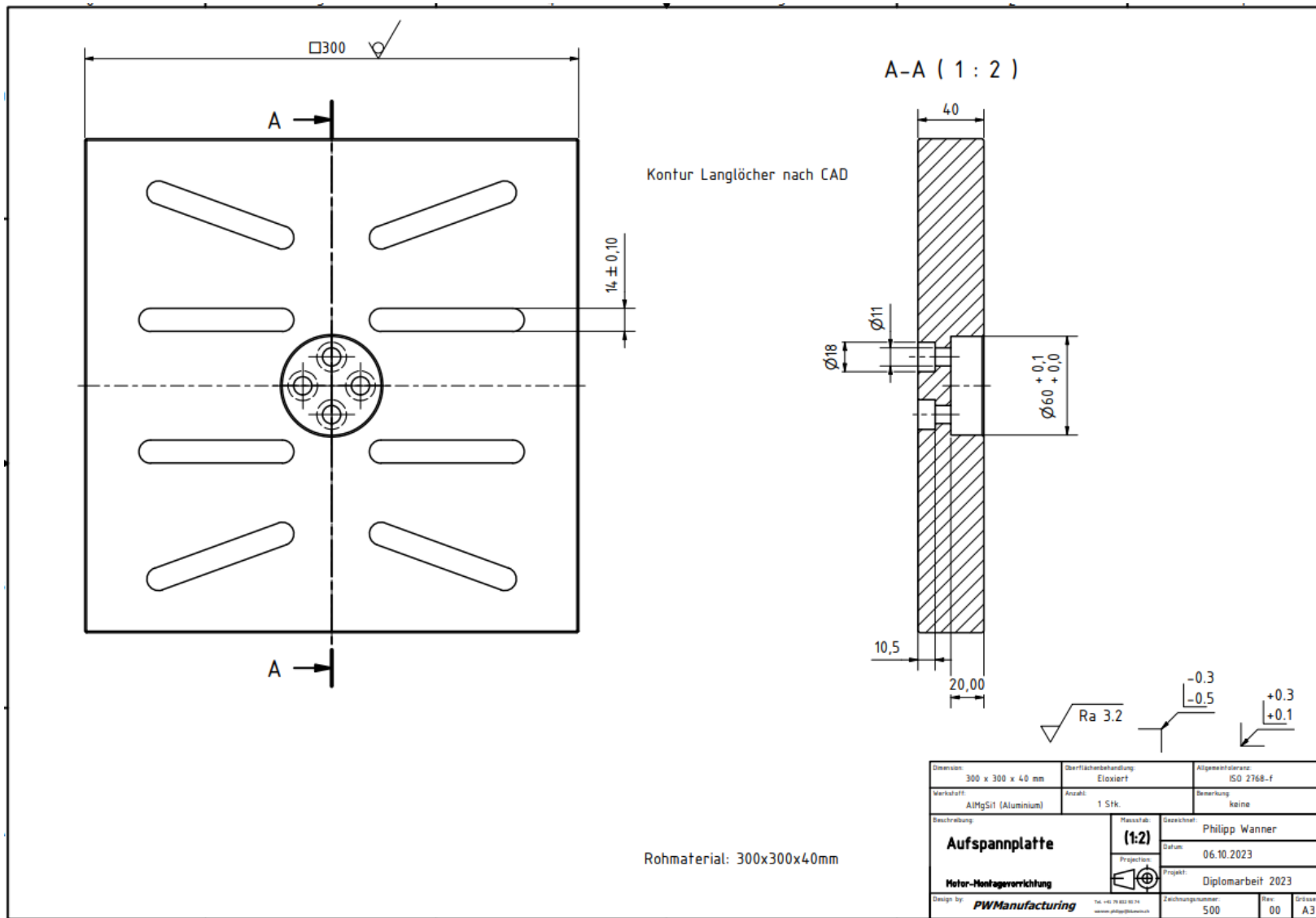
14.5.8 315-01 Drehscheibe



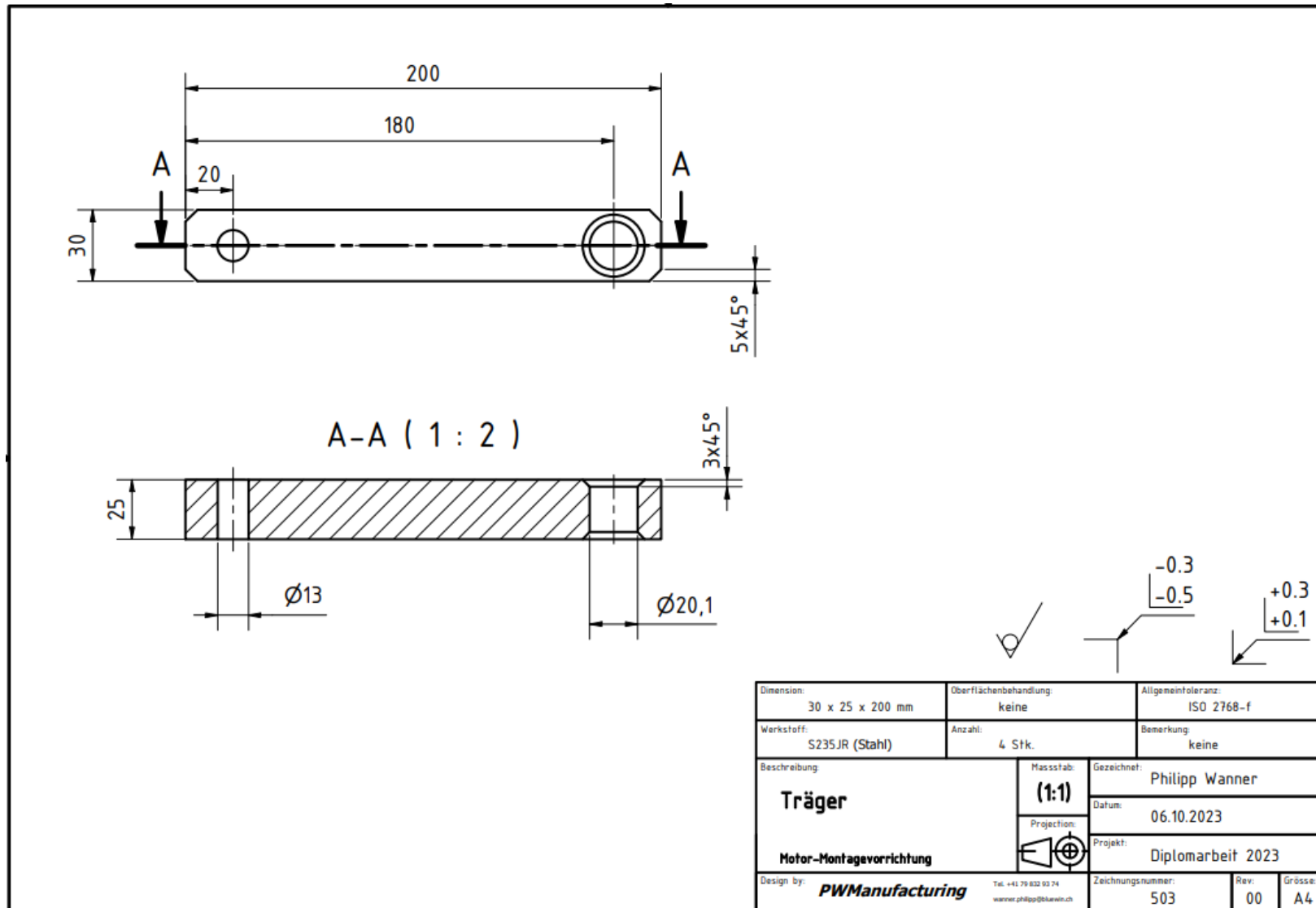
14.5.9 318-00 Anschraubplatte



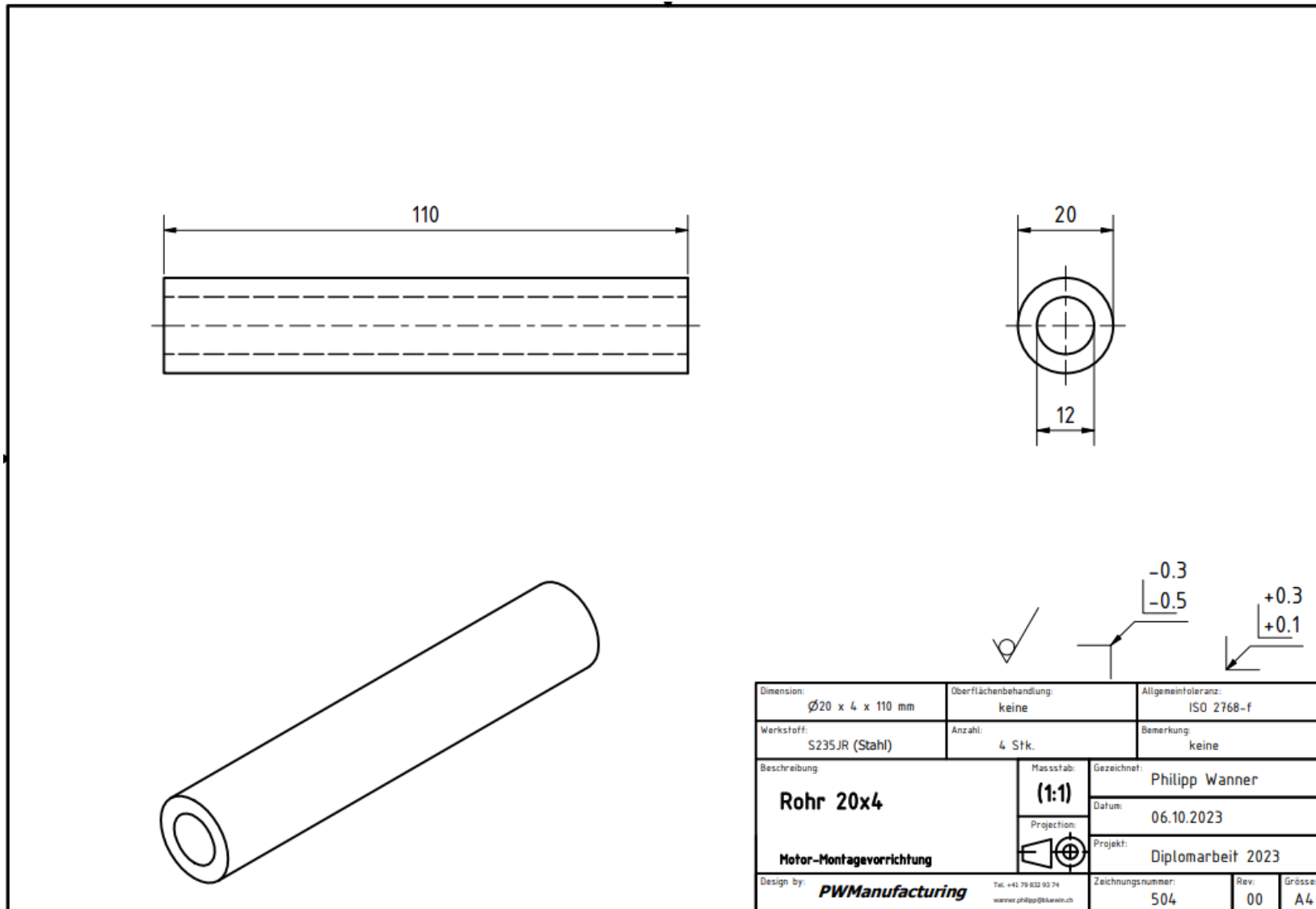
14.5.10 500-00 Aufspannplatte



14.5.11 503-00 Träger

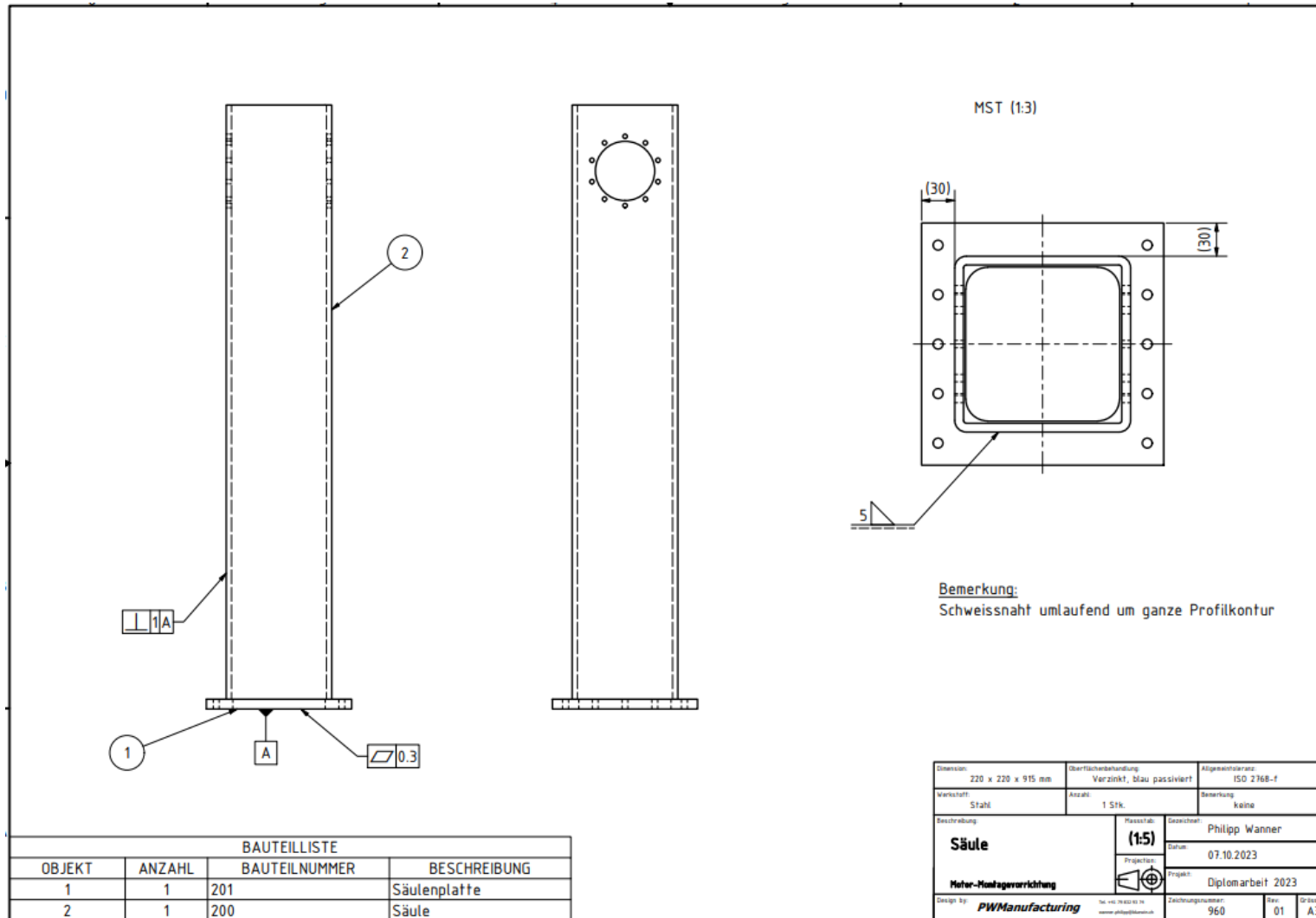


14.5.12 504-00 Rohr D20x4

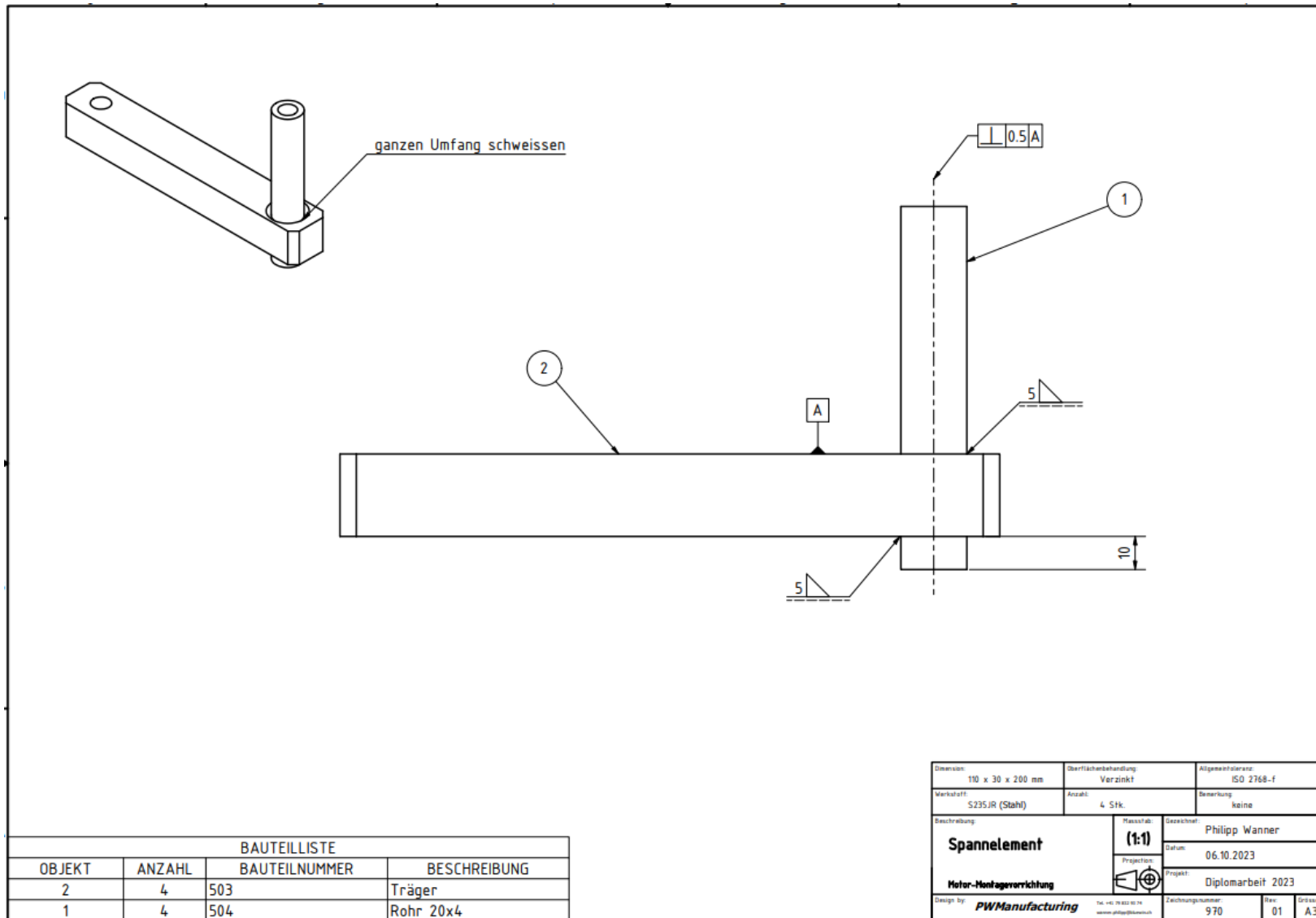


14.6 CAD-Zeichnung Baugruppe

14.6.1 960-01 Säule



14.6.2 970-01 Spannelement



14.6.3 980-01 Ausleger

Montagereihenfolge:

1. Position 1 & 2 verschweissen
2. Oberflächenbehandlung
3. Position 3, 4, 5 & 6 verschrauben

BAUTEILLISTE			
OBJEKT	ANZAHL	BAUTEILNUMMER	BESCHREIBUNG
1	2	106	Profil 80x70x4x1300
3	2	107	Verbindungsteil
2	2	100	Halteplatte
4	2	108	6kt-Schraube M20x100 10.9
5	4	109	U-Scheibe M20
6	2	110	6kt-Si-Mu M20

Dimension:	90 x 110 x 1350 mm	Oberflächenbehandlung:	Verzinkt	Allgemeintoleranz:	ISO 2768-f
Werkstoff:	-	Anzahl:	2 Stk.	Bemerkung:	keine
Beschreibung:	Ausleger	Maßstab:	(1:4)	Gezeichnet:	Philipp Wanner
Motor-Montagerichtung:		Projektion:		Datum:	06.10.2023
Design by:	PWManufacturing	Projekt:	Diplomarbeit 2023	Zeichnungsnummer:	980
				Blatt:	01
				Brücke:	A3

14.6.4 990-01 Grundgestell

Schweissen:

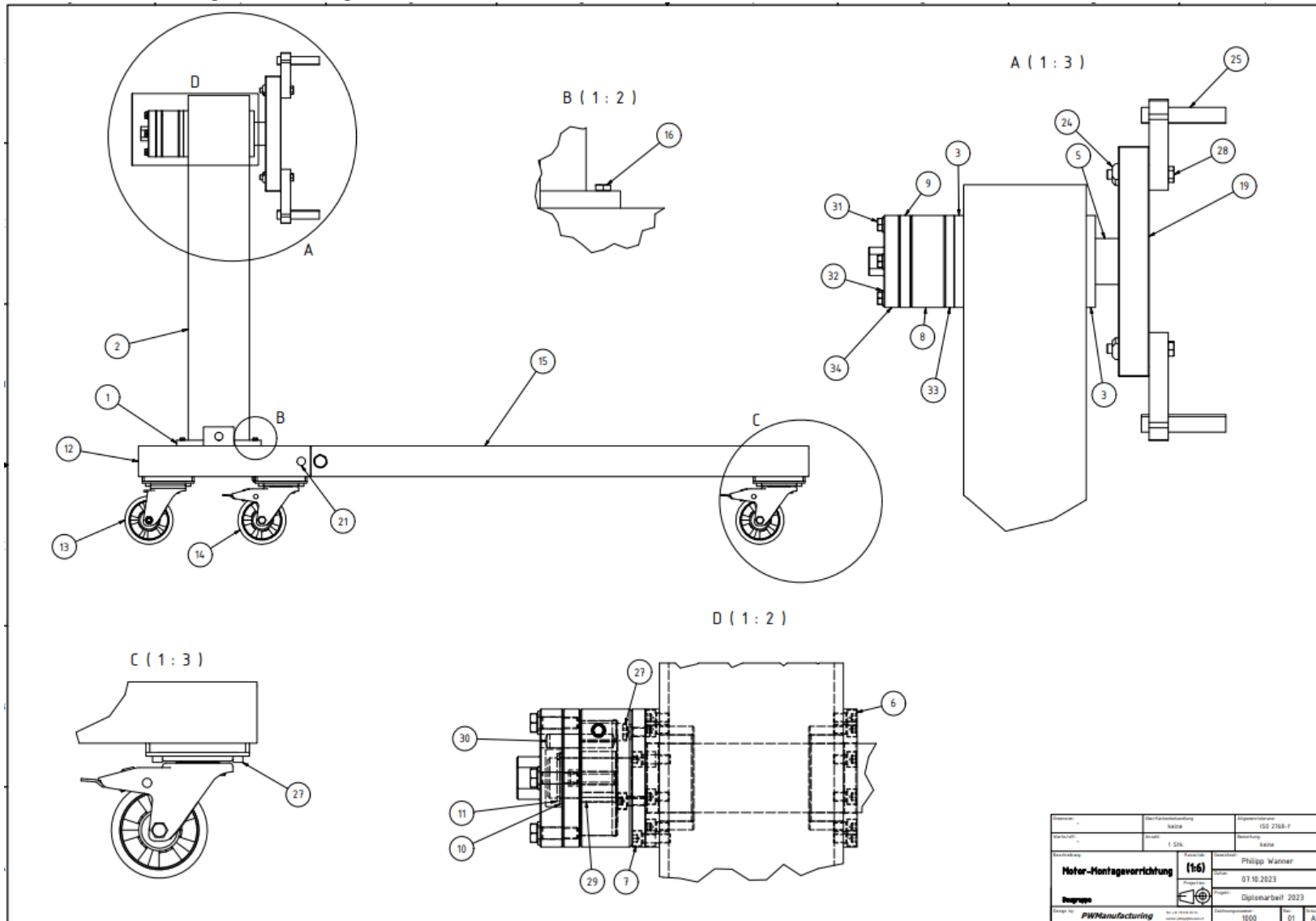
Pos.3 kann an Pos.1 auf beiden Seiten geschweisst werden. Kehlnaht Grösse 3 und 20mm Länge.

Pos.2 umlaufend mit Pos.1 verschweisst

BAUTEILLISTE			
OBJEKT	ANZAHL	BAUTEILNUMMER	BESCHREIBUNG
2	2	104	Strebe
1	2	103	Profil 80x70x4x450
3	2	105	Profil 80x70x4x100
4	4	100	Halteplatte

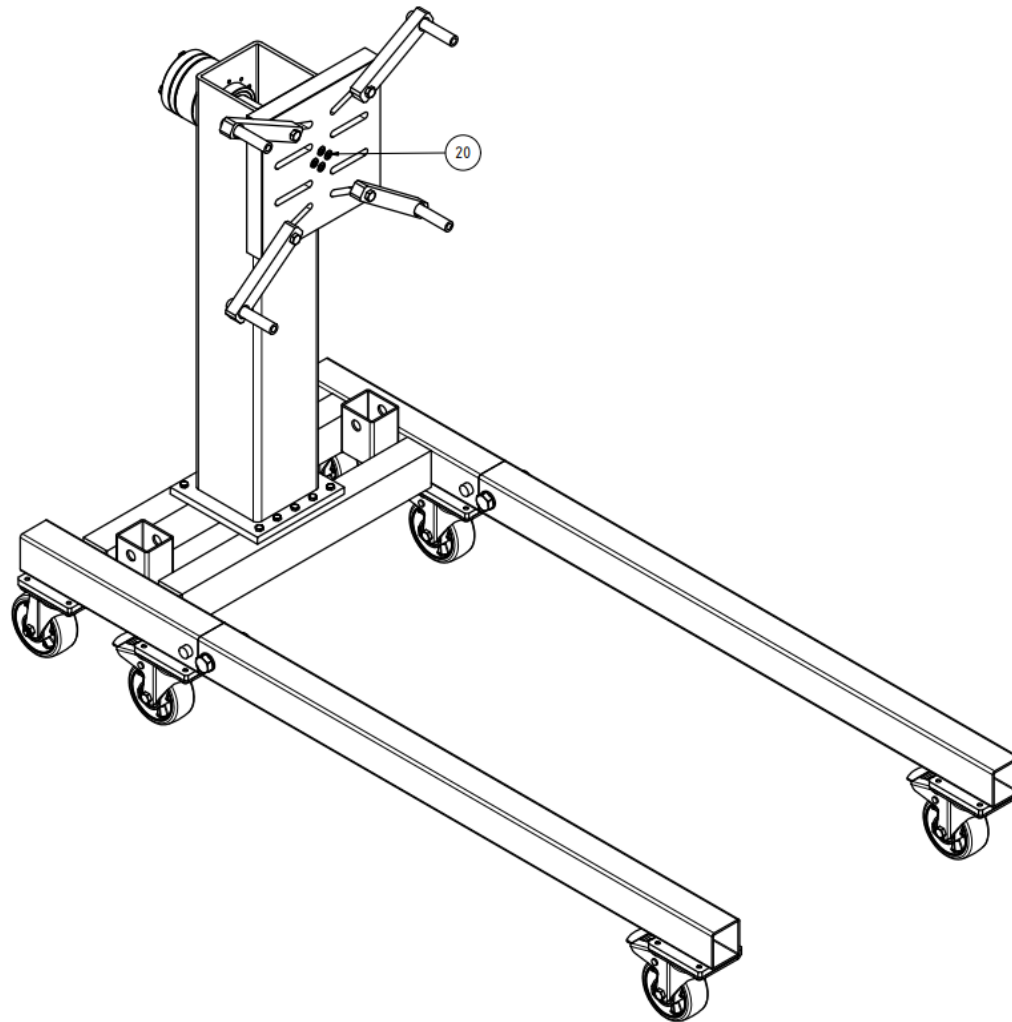
Dimension	142 x 820 x 450 mm	Oberflächenbehandlung	Verzinkt, blau passiviert	Allgemeinnorm	ISO 2768-F
Werkstoff	S235JR (Stahl)	Anzahl	1 Stk.	Bemerkung	keine
Beschreibung		Maßstab	Gezeichnet		
Grundgestell		(1:4)	Philipp Wanner		
Motor-Montagevorrichtung		Projektion	Datum		
Design by PWManufacturing		⊕	06.10.2023		
Tel. +41 79 802 00 74		Projekt		Diplomarbeit 2023	
www.pwmanufacturing.com		Zeichnungsnummer		Rev	Größe
		990		01	A3

14.6.5 1000-01 Motor-Montagevorrichtung 1



Bezeichnung	Motor-Montagevorrichtung	Dokumentnummer	ISS 2768-1
Material	Stahl	Material	Stahl
Menge	1 Stk.	Gezeichnet	Philippe Wanner
Gezeichnet	(h6)	Datum	01.10.2023
Projekt		Prüfung	Diplomarbeit 2023
Hersteller	PWManufacturing	Gezeichnet	ISS
		Blatt	01 A2

14.6.6 1000-01 Motor-Montagevorrichtung 2



BAUTEILLISTE			
OBJEKT	ANZAHL	BAUTEILNUMMER	BESCHREIBUNG
1	1	201	Säulenplatte
2	1	200	Säule
3	2	300	Lagerflansch
4	2	JDB650-607530	MBW -Gleitlager
5	1	302	Lagerwelle
6	17	ISO 4762	Zyl-Schr M8x12 8.8
7	3	ISO 4762	Zyl-Schr M8x25 8.8
8	1	IR35	Lastmomentsperre
9	1	303	Mitnehmerscheibe
10	1	DIN 988	Passscheibe 35x45x2.5
11	1	DIN 471	Si-Ring 35x2.5
12	1	990	Grundgestell
13	2	CRP-95050	Lenkrolle 500kg
14	4	CRP-95098	Lenkrolle mit Bremse 500kg
15	2	980	Ausleger
16	10	ISO 4762	6kt-Schr M8x110 8.8
17	10	ISO 7092	U-Scheibe M8
18	10	ISO 7040	6kt Si-Mu M8M8
19	1	500	Aufspannplatte
20	4	ISO 4762	Zyl-Schr M10x30 8.8
21	2	523084	Bolzen
22	2	ISO 7092	U-Scheibe M20
23	2	1582000	DIN Klappstecker
24	4	DIN 508	T-Nutmutter M12
25	4	970	Spannelement
27	27	ISO 4762	Zyl-Schr M8x16 8.8
28	4	ISO 4014	6kt-Schr M12x70 10.9
29	1	DIN 6885-1A	Passfeder 10x8x32
30	2	DIN 6325	Zyl-Stift 12m6x60
31	4	ISO 4017	6kt Schr M10x35 10.9
32	4	ISO 7092	U-Scheibe M10
33	1	318	Anschraubplatte
34	1	315	Drehscheibe

Montagehinweise:

- Pos. 22 & 23 werden mit Pos. 21 verbunden.
- Pos. 30 Zyl-Stift wird in Pos. 9 Mitnehmerscheibe eingepresst.
(Länge = 315mm (Tiefe in Lastmomentsperre Pos. 8)
- Pos. 8 Lastmomentsperre / Montage nach Datenblatt beachten.

14.7 Offerte TRISA AG Prototyp



Trisa AG
Kantonsstrasse 31
6234 Triengen
info@trisa.ch
+41 41 935 35 35

Wanner Philipp

Offerte: 231023-1

Datum: 24.10.2023

Unser Zeichen

3651 DG

Ihr Zeichen

P.Wanner

Pos.	Artikel Nr.	Bezeichnung	Menge	Einheit	Preis / Einheit	Total CHF
10	100-00	Halteplatte Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	6	Stk.	27.50	165.00
20	103-00	Profil 80x70x4x450 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	2	Stk.	35.00	70.00
30	104-00	Strebe Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	2	Stk.	95.00	190.00
40	105-00	Profil 80x70x4x100 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	2	Stk.	27.80	55.60
50	106-00	Profil 80x70x4x1300 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	2	Stk.	58.00	116.00
60	107-01	Verbindungsteil Material: AlMgSi1 Herstellung nach Zeichnung	2	Stk.	38.80	77.60
70	200-01	Säule Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	224.00	224.00
80	201-01	Säulenplatte Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	153.50	153.50



90	300-00	Lagerflansch Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	2	Stk.	222.50	445.00
100	302-01	Lagerwelle Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	275.00	275.00
110	303-00	Mitnehmerscheibe Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	132.00	132.00
120	315-01	Drehscheibe Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	180.00	180.00
130	318-00	Anschraubplatte Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	111.50	111.50
140	500-00	Aufspannplatte Material: AlMgSi1 Herstellung nach Zeichnung	1	Stk.	246.60	246.60
150	503-00	Träger Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	4	Stk.	31.00	124.00
160	504-00	Rohr 20x4 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	4	Stk.	21.50	86.00
Netto					CHF	2651.80
MWSt.: 7.70%					CHF	204.19
Total Offerte					CHF	2855.99

Gültigkeit: 30 Tage
Liefertermin: nach Absprache

Für allfällige Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

14.8 Offerte TRISA AG Serie



Trisa AG
Kantonsstrasse 31
6234 Triengen
info@trisa.ch
+41 41 935 35 35

Wanner Philipp

Offerte: 231023-2

Datum: 24.10.2023

Unser Zeichen 3651 DG
Ihr Zeichen P.Wanner

Pos.	Artikel Nr.	Bezeichnung	Menge	Einheit	Preis / Einheit	Total CHF
10	100-00	Halteplatte Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	60	Stk.	24.00	1440.00
20	103-00	Profil 80x70x4x450 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	20	Stk.	28.00	560.00
30	104-00	Strebe Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	20	Stk.	83.80	1676.00
40	105-00	Profil 80x70x4x100 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	20	Stk.	22.30	446.00
50	106-00	Profil 80x70x4x1300 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	20	Stk.	50.80	1016.00
60	107-01	Verbindungsteil Material: AlMgSi1 Herstellung nach Zeichnung	20	Stk.	33.30	666.00
70	200-01	Säule Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	170.00	1700.00
80	201-01	Säulenplatte Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	108.20	1082.00



90	300-00	Lagerflansch Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	20	Stk.	172.00	3440.00
100	302-01	Lagerwelle Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	170.00	1700.00
110	303-00	Mitnehmerscheibe Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	78.00	780.00
120	315-01	Drehscheibe Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	116.00	1160.00
130	318-00	Anschraubplatte Material: ETG100 Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	64.00	640.00
140	500-00	Aufspannplatte Material: AlMgSi1 Herstellung nach Zeichnung	10	Stk.	175.20	1752.00
150	503-00	Träger Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	40	Stk.	23.30	932.00
160	504-00	Rohr 20x4 Material: S235JR Herstellung nach Zeichnung	40	Stk.	18.50	740.00
Netto					CHF	19730.00
MWSt.: 7.70%					CHF	1519.21
Total Offerte					CHF	21249.21

Gültigkeit: 30 Tage
Liefertermin: nach Absprache

Für allfällige Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

14.9 Offerte Xometry Serie

14.9.1 100-00 Halteplatte Xometry

100-00_Halteplatte.stp ← Position 2/2

Verfahren / Material Anz.: 60 [Lit](#)

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:
Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Gewinde und Gewindebohrungen:

Maximal erforderliche Rauheit

Erfahren Sie mehr über [Oberflächenrauigkeit](#)

Standard
15 Werktage
€ 1057.80
€ 17.63 / Stück

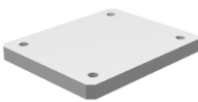
Express
10 Werktage
€ 2094.60
€ 34.91 / Stück

DFM Feedback

Zeichnung angefordert
 Weniger anzeigen

Die angeforderten Merkmale erfordern zusätzliche Standortinformationen oder Details.
Empfehlung: Laden Sie im Bereich Zeichnungen eine Zeichnung oder ein Bild hoch, auf dem Sie zusätzliche Merkmale oder individuelle Wünsche angeben.

[3D öffnen](#)



135.0mm × 110.0mm × 12.0mm

Zusätzliche Dateien hier ablegen oder [Durchsuchen](#)

[↓](#) [🗉](#) ✕

Gespeicherte Aktualisierungen ✓

Zurück zum Angebot

14.9.2 104-00 Strebe Xometry

104_Strebe_80x60_640.stp ← Position 3/3

Verfahren / Material Anz.: 20 [Lit](#)

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:
Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

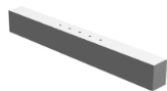
Gewinde und Gewindebohrungen:

Maximal erforderliche Rauheit

Standard
15 Werktage
€ 1567.60
€ 78.38 / Stück

Express
10 Werktage
€ 3103.80
€ 155.19 / Stück

[3D öffnen](#)



640.0mm × 80.0mm × 60.0mm

Zusätzliche Dateien hier ablegen oder [Durchsuchen](#)

[↓](#) [🗉](#) Primäre Datei ✕

14.9.3 107-01 Verbindungsteil Xometry

107-01_Verbindungsteil.stp
← Position 4/4

Verfahren / Material Anz.: 20

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:


Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Gewinde und Gewindebohrungen

Einsätze

Standard
 15 Werktage
€ 616.00
€ 30.80 / Stück

Express
 10 Werktage
€ 1219.60
€ 60.98 / Stück


[3D öffnen](#)

100.0mm × 72.0mm × 62.0mm

[Zusätzliche Dateien hier ablegen oder Durchsuchen](#)

107-01_Verbindungsteil.stp Primäre Datei ×

14.9.4 201-01 Säulenplatte Xometry

201-01_Säulenplatte.stp
Position 1/1

Verfahren / Material Anz.: 10

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:


Engste Toleranz:

Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Gewinde und Gewindebohrungen

Standard
 15 Werktage
€ 625.80
€ 62.58 / Stück

Express
 10 Werktage
€ 1239.10
€ 123.91 / Stück


[3D öffnen](#)

220.0mm × 220.0mm × 15.0mm

[Zusätzliche Dateien hier ablegen oder Durchsuchen](#)

201-01_Säulenplatte.stp Primäre Datei ×

14.9.5 300-00 Lagerflansch Xometry

300-00_Lagerflansch.stp
Position 1/1

Verfahren / Material Anz.: [\[i\]](#)

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten


Veredelung:

Engste Toleranz:

Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Gewinde und Gewindebohrungen

Standard 15 Werktage € 1237.00 € 61.85 / Stück	Express 10 Werktage € 2449.20 € 122.46 / Stück
---	---



120.0mm × 120.0mm × 42.0mm

Zusätzliche Dateien hier ablegen oder [Durchsuchen](#)

[\[i\]](#) Primäre Datei ×

14.9.6 303-00 Mitnehmerscheibe Xometry

303-00_Mitnehmerscheibe.stp
← Position 5/5

Verfahren / Material Anz.: [\[i\]](#)

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)


Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:

Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Standard 15 Werktage € 402.40 € 40.24 / Stück	Express 10 Werktage € 796.80 € 79.68 / Stück
--	---



120.0mm × 120.0mm × 15.0mm

Zusätzliche Dateien hier ablegen oder [Durchsuchen](#)

14.9.7 315-01 Drehscheibe Xometry

315-01_Drehscheibe.stp ← Position 4/4

Verfahren / Material Anz.: 10 [\[Info\]](#)

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)


Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:
Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Standard 15 Werktage € 763.80 <small>€ 76.38 / Stück</small>	Express 10 Werktage € 1512.30 <small>€ 151.23 / Stück</small>
---	--



120.0mm × 120.0mm × 40.0mm

Zusätzliche Dateien hier ablegen oder [Durchsuchen](#)

14.9.8 318-00 Anschraubplatte Xometry

318-00_Anschraubplatte.stp ← Position 3/3

Verfahren / Material Anz.: 10 [\[Info\]](#)

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)


Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:
Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Standard 15 Werktage € 374.60 <small>€ 37.46 / Stück</small>	Express 10 Werktage € 741.70 <small>€ 74.17 / Stück</small>
---	--



120.0mm × 120.0mm × 12.0mm

Zusätzliche Dateien hier ablegen oder [Durchsuchen](#)

14.9.9 500-01 Aufspannplatte Xometry

500-01_Aufspannplatte.stp ← Position 2/2

Verfahren / Material Anz.: 10

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

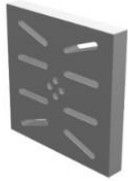
Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:

Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Standard 15 Werkzeuge € 964.30 <small>€ 96.43 / Stück</small>	Express 10 Werkzeuge € 1909.30 <small>€ 190.93 / Stück</small>
--	---



300.0mm × 300.0mm × 40.0mm

[Zusätzliche Dateien hier ablegen oder **Durchsuchen**](#)

14.9.10 503-00 Träger Xometry

503-00_Träger.stp ← Position 11/11

Verfahren / Material Anz.: 40

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:


Engste Toleranz:

Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Gewinde und Gewindebohrungen

Maximal erforderliche Rauheit

Standard 15 Werkzeuge € 646.40 <small>€ 16.16 / Stück</small>	Express 10 Werkzeuge € 1280.00 <small>€ 32.00 / Stück</small>
--	--



200.0mm × 30.0mm × 25.0mm

[Zusätzliche Dateien hier ablegen oder **Durchsuchen**](#)

503-00_Träger.stp Primäre Datei

14.9.11 504-00 Rohr 20x4 Xometry

504-00_Rohr_20x4.stp
← Position 12/12

Verfahren / Material Anz.:

Verfahren: [Leitfaden zur Technologieauswahl](#)

Material: 39 Optionen verfügbar [Leitfaden zur Materialauswahl](#)

Erfahren Sie mehr über [dieses Material](#)

Besonderheiten

Veredelung:

Engste Toleranz:

Sie sind sich nicht sicher über die [Toleranznormen?](#)

Gewinde und Gewindebohrungen:

Maximal erforderliche Rauheit

Standard

15 Werktage

€ 440.00

€ 11.00 / Stück

Express

10 Werktage

€ 871.20

€ 21.78 / Stück

[3D öffnen](#)

110.0mm × 20.0mm × 20.0mm

[Zusätzliche Dateien hier ablegen oder Durchsuchen](#)

504-00_Rohr_20x4.stp [↓](#) [🔄](#)
 ×

14.10 Themeneingabe



Die Themeneingabe kann als Word-Formular im Extranet unter „Praktika“ heruntergeladen werden.

Themeneingabe Diplomarbeit

Name	Wanner
Vorname	Philipp
Adresse, Ort	Eriswilerstrasse 9
Tel: P, G	079 832 93 74
E-Mail	wanner.philipp@bluewin.ch / philipp.wanner@edu.teko.ch
Klasse	L-TMA-20-Mo-b
Fachgebiet	Maschinenbautechniker
Auftraggeber	Philipp Wanner / Privatprojekt

Thema	Titel des Themas Motor-Montagevorrichtung
--------------	--

Kurzbeschreibung	Weshalb mache ich diese Aufgabenstellung zum Thema? Welches Ziel will ich erreichen? Wie soll das Ergebnis der Arbeit konkret aussehen? Was liegt bei Auftragsende vor?
-------------------------	---

Motor-Montagevorrichtungen gibt es als Produkt bereits auf dem Markt zu kaufen, jedoch nur in einem kleinen Umfang an Varianten und Funktionen. Die Grundfunktion besteht darin, Montage, sowie Service- und Reparaturarbeiten an Verbrennungsmotoren durchzuführen. Es erleichtert den Arbeitsprozess. Ich habe selbst Verwendung nach so einer Montagevorrichtung. In meiner Freizeit beschäftige ich mich viel mit Oldtimern und habe auch schon diverse restauriert. Ich habe grosses Interesse und Freude an der Mechanik und möchte mein volles Potential ausschöpfen, welches ich während der Weiterbildung erarbeitet habe, um so eine Montagevorrichtung zu entwickeln. Mit meinem Produkt möchte ich mich von den anderen abheben und eine vielseitige Einsetzbarkeit schaffen.

Mein Interesse liegt darin solche Montagevorrichtungen als Nebenerwerb herzustellen, wobei bei dieser Diplomarbeit das Produkt im Vordergrund steht. Es soll durch seine vielseitige Verwendung auch das Interesse der Bevölkerung wecken. Vom privaten Schrauber, bis hin zum Motoreninstandsetzer soll das Interesse sein, mithilfe von Varianten und Funktionen, die es bisher noch nicht auf dem Markt gibt. Die Montagevorrichtung soll einzigartig sein.

Die Diplomarbeit beschränkt sich auf die Konzipierung und die Entwerfung nach dem methodischen Prozess der Konstruktionslehre. Kräfte und Belastungen sollen berechnet werden, um so geeignete Komponenten zu definieren und dimensionieren. Am Schluss der Diplomarbeit soll ein fertigungsreifer Entwurf des Prototyps vorliegen. Es wird kein physisches Produkt gebaut.

Erfolgskriterien	Woran erkenne ich am Ende, ob ich erfolgreich gearbeitet habe?
-------------------------	--

- 1) Serienprodukt soll pro Stück (ohne Optionen) maximal 50% vom Prototyp kosten.
- 2) Es sollen mindestens drei verschiedene Motortypen befestigt werden können.
- 3) Wenn anhand einer Marktumfrage mindestens 10% der befragten ein Kaufinteresse aufweisen.