

Hochschule Ulm



Fakultät Mechatronik und Medizintechnik

Studiengang MC4

Bachelorprojekt BP_03 Abschlussbericht

Betreuer TTS Cleantec: Fabian Kaiser

Betreuer HS Ulm: Prof. Dr. Thomas Engleeder

Verschlussmechanismus



Paul Demny, Roman Piskun, Peter Wintergerst



Eidesstattliche Erklärung

„Wir versichern, dass wir vorliegenden Bericht über das Bachelorprojekt selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht haben.“

07.07.2016

Ulm, Datum

Name: Paul Demny

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paul Demny".

Unterschrift

07.07.2016

Ulm, Datum

Name: Roman Piskun

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Piskun".

Unterschrift

07.07.2016

Ulm, Datum

Name: Peter Wintergerst

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Peter Wintergerst".

Unterschrift



Kurzfassung

Die Aufgabenstellung des Projektes war die Entwicklung zweier Verschlussmechanismen zum Verschließen von Absaugkanälen verschiedener Industriestaubsauger und Absauganlagen der Firma TTS Cleantec. Die beiden Schieber sollen den Prozess der Filterabreinigung verbessern und außerdem bei großen Absauganlagen die Selektion verschiedener Arbeitsplätze in großen Werkhallen ermöglichen.

Nach Auswahl zweier Ideen und anschließende Ausarbeitung der Konzepte wurden in Zusammenarbeit mit TTS Cleantec zwei Prototypen gefertigt. Der Drehschieber, welcher den Absaugkanal in einer Rotationsbewegung verschließt und der Linearschieber mit einer linearen Verschlussbewegung, angetrieben mit jeweils einem Elektromotor. Die Schieberposition und Zeiterfassung wurde jeweils mit zwei induktiven Sensoren umgesetzt. Die Signale der Sensoren wurden mit Hilfe eines Spannungsteilers und einem Arduino UNO an ein LabVIEW Programm auf einem Laptop übertragen, und dort ausgewertet.

Die Verschlusszeiten lagen mit 1,0944 s (Drehschieber) und 0,66805 s (Linearschieber) jeweils unter der Hälfte der vorgegebenen Zeit von 2,5 s.

Das Projekt konnte die wichtigsten Vorgaben von TTS Cleantec erfüllen. Die verkleinerte Baugröße, sowie die Dichtigkeit wurden mit den beiden Ausarbeitungen erreicht. Das Budget wurde geringfügig überschritten und ein Langzeittest (> 100.000 Zyklen) konnte wegen einem Ausfall einer Relaiskarte nicht vollständig durchgeführt werden. Der Antrieb wurde elektromechanisch umgesetzt und die Programmierung erfolgte über USB mit LabVIEW.

Mögliche Pläne für die Zukunft, wäre der Austausch der Relaiskarte, die Umpositionierung der Sensoren des Drehschiebers, da der Schieber öfters auf die Sensoren auffährt.

Der Abschluss wäre die Vervollständigung des Langzeittests von 100.000 Zyklen gefolgt von einem Test mit Staub zur Simulation einer realen Arbeitsumgebung.



Abstract

The task of the project has been the development of two lock mechanisms to shut suction drains of several industrial vacuum cleaners and extraction units of the company TTS Cleantec. Both sliders should improve the filter cleaning and allow the selection of different workplaces at big extraction units in great factory halls.

After the choice of two ideas and a subsequently elaboration of the concepts, two prototypes were manufactured in cooperation with TTS Cleantec. The rotation valve, which closes the suction duct with a revolving movement and the linear valve with a linear shutter movement, both propelled with an electronical motor. Two inductive sensors were used to detect the position for each slider and the time measurement. The signals of the sensors were transferred and evaluated by means of a voltage divider an Arduino UNO to a LabVIEW program on a laptop.

The shutter time of 1,0944s (rotation valve) and 0,66805 s (linear valve) were among the half of the predefined time of 2,5 s.

The project accomplished the most important specifications stated by TTS Cleantec. Both elaborations fulfilled the criteria of smaller construction volume and tightness. The budget was slightly exceeded and the long term test (>100.000 cycles) has to be aborted because of malfunction of a relay card. The drive was implemented electro-mechanical and the PLC by USB with LabVIEW.

Possible plans for the future would by the substitution of the relay card, change of the sensor position of the rotation valve, whose slider often hits the sensors.

The acquisition would be the completion of the long term test about 100.000 cycles followed by a dust stress test to simulate a real working condition.



Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	2
Kurzfassung.....	3
Abstract.....	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung	10
2 Aufgabenstellung	11
3 Stand der Technik	12
4 Lösungsweg	14
4.1 Ideenfindung/Konzepte.....	14
4.1.1 Schieber mit seitlichen Zahnreihen	14
4.1.2 Kugelhahn	15
4.1.3 Sektionaltor	15
4.1.4 Gebogener Blechverschluss.....	16
4.1.5 Drehschieber	17
4.1.6 Drosselklappe.....	17
4.1.7 Seitlich gelagerte Klappe.....	18
4.1.8 Quetschventil.....	19
4.1.9 Drehscheibe	19
4.1.10 Torsionsschlauch.....	20
4.2 Konzeptbewertung und Ausarbeitung.....	21
4.3 Berechnungen zur Auswahl des Motors	23
4.4 Auswahl der Bauteile.....	25
4.4.1 Motor	25
4.4.2 Zahnstange/Zahnräder	25
4.4.3 Arduino UNO	25
4.4.4 Endstufe	26
4.4.5 Sensoren.....	26
4.5 CAD-Design	26



4.5.1 Drehtrieb	26
4.5.2 Lineartrieb	32
4.6 Schaltungsentwurf	38
4.7 Software	40
4.8 Zeitplan	49
5 Ergebnisse	50
6 Diskussion und Ausblick	54
6.1 Problem: Relaismodul	54
6.2 Problem: Ritzelbefestigung	55
6.3 Problem: Sensorposition am Drehtrieb	56
6.4 Problem: Auflösung der CAD-Daten	57
6.5 Nächste Schritte	59
7 Projektbewertung	60
8 Literaturverzeichnis	61
9 Anhang	62
9.1 Ausgaben	62
9.2 Technische Zeichnungen	63
9.3 Datenblätter	79



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Manueller Schieber.....	12
Abbildung 2: Schema pneumatischer Schieber	13
Abbildung 3: Konzept Schieber mit seitlichen Zahnreihen.....	14
Abbildung 4: Konzept Kugelhahn	15
Abbildung 5: Konzept Sektionaltor.....	15
Abbildung 6: Konzept gebogener Blechverschluss.....	16
Abbildung 7: Konzept Drehschieber	17
Abbildung 8: Konzept Drosselklappe	17
Abbildung 9: Konzept Seitlich gelagerte Klappe	18
Abbildung 10: Konzept Quetschventil.....	19
Abbildung 11: Konzept Drehscheibe	19
Abbildung 12: Konzept Torsionsschlauch.....	20
Abbildung 13: Morphologischer Kasten Linearschieber.....	21
Abbildung 14: Morphologischer Kasten Drehschieber.....	22
Abbildung 15: Mögliche Antriebslösungen Linearschieber	22
Abbildung 16: Mögliche Antriebslösungen Drehschieber	22
Abbildung 17: Drehscheibe.....	27
Abbildung 18: gedruckter Zahnkranz für Drehscheibe.....	27
Abbildung 19: Baugruppe Drehscheibe	28
Abbildung 20: Ritzel für Drehschieber	28
Abbildung 21: Gehäuseoberteil Außenansicht.....	29
Abbildung 22: Gehäuseoberteil Innenansicht	29
Abbildung 23: Gehäuseunterteil Außenansicht.....	30
Abbildung 24: Gehäuseunterteil Innenansicht	30
Abbildung 25: Drehschieber Baugruppe offen	31
Abbildung 26: Drehschieber Baugruppe	31
Abbildung 27: Schieber	32
Abbildung 28: Zahnstange für Schieber	32
Abbildung 29: Schieber Baugruppe	33
Abbildung 30: Zahnräder für Linearschieber	33
Abbildung 31: Gehäusedeckel.....	34
Abbildung 32: Gehäuseoberteil Außenansicht.....	34
Abbildung 33: Gehäuseoberteil Innenansicht	35
Abbildung 34: Gehäuseunterteil Außenansicht.....	35
Abbildung 35: Gehäuseunterteil Innenansicht	36
Abbildung 36: Linearschieber Baugruppe offen.....	36
Abbildung 37: Linearschieber Baugruppe.....	37
Abbildung 38: H-Schaltung des Motors	38



Abbildung 39: Spannungsteiler.....	39
Abbildung 40: Auszug aus der LIFA_Base Firmware	40
Abbildung 41: Hauptfenster	41
Abbildung 42: Einstellungsfenster für den Handbetrieb	42
Abbildung 43: Einstellungsbetrieb für den Automatikbetrieb.....	42
Abbildung 44: Panel für den Handbetrieb.....	43
Abbildung 45: Panel für den Automatikbetrieb.....	44
Abbildung 46: Eventstruktur.....	44
Abbildung 47: Sub VI Initialisieren.....	45
Abbildung 48: Sub VI Idle	45
Abbildung 49: Sub VI Referenzfahrt	46
Abbildung 50: Messdatenausgabe	47
Abbildung 51: Graphische Darstellung der Messwerte	47
Abbildung 52: Auszug aus dem Fehlerlog	48
Abbildung 53: Zeitplan.....	49
Abbildung 54: Drehschieber, angeschlossen an Staubsauger (Testphase)	50
Abbildung 55: Linearschieber, angeschlossen an Staubsauger (Testphase) ...	51
Abbildung 56: Gesamtaufbau während der Testphase.....	51
Abbildung 57: Relaismodul.....	54
Abbildung 58: Arduino Drive Motorshield	55
Abbildung 59: aktuelle Ritzelform	55
Abbildung 60: Ritzel mit D – Bohrung.....	56
Abbildung 61: Drehschieber aktuelle Sensorposition	56
Abbildung 62: Mögliche Sensorposition am Drehschieber	57
Abbildung 63: 3D-Druck geringe Auflösung.....	58
Abbildung 64: 3D-Druck hohe Auflösung.....	58
Abbildung 65:Gesamtkosten.....	62
Abbildung 66: Aufstellung aller Einzelkosten.....	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Konzeptbewertung	21
Tabelle 2: Zusammenfassung der erreichten Ergebnisse	52



Abkürzungsverzeichnis

A	Ampere
A	Fläche
Abb.	Abbildung
ca.	Zirka
d	Durchmesser
d.h.	das heißt
F	Kraft
Hz	Hertz
I	Strom
l	Länge
M	Drehmoment
mbar	Millibar
ms	Millisekunden
mm	Millimeter
N	Newton
n	Umdrehungen
p	Druck
R	Widerstand
s	Sekunde
U	Spannung
V	Volt
Ω	Ohm



1 Einleitung

Durch ständige Nutzung eines Staubsaugers kommt es, je nach Anwendungsfall zu einer Ablagerung von Staubpartikel auf dem Hauptfilter. Dieser sogenannte „Filterkuchen“ wirkt sich negativ auf die Saugleistung aus, indem er den Filter immer mehr verstopft. Damit der Sauger wieder volle Saugleistung erzeugen kann, wird während dem Betrieb ein Ventil geöffnet und der Filter mit Luft aus der Umgebung beaufschlagt. Durch die Druckdifferenz und den beim Öffnen des Ventils stattfindenden Druckausgleich, werden die Ablagerungen aus dem Filter entfernt. Um eine möglichst hohe Druckdifferenz zu generieren, muss der Sauger allerdings vollkommen isoliert werden, d.h. alle Saugrohre luftdicht verschlossen werden.

In großen Fabrikhallen werden oft zentrale Absauganlagen mit vielen Saugkanälen benutzt. Um verschiedene Arbeitsplätze in der Werkshalle zu selektieren müssen jeweils die Absaugkanäle gezielt verschlossen werden.

Im Zuge dieser Punkte sollte in diesem Bachelorprojekt zwei Verschlussmechanismen entwickelt werden, welche die Absaugrohre luftdicht verschließen und den Sauger isolieren sollten. Es sollten bereits existierende Konzepte verbessert und in Hinblick auf Wirtschaftlichkeit, Verwendbarkeit und Bauvolumen umgesetzt werden.

Die daraus entwickelten Ausarbeitungen sollten als Prototypen für die Firma TTS Cleantec dienen und deren existierendes Abreinigungssystem verbessern und eine höhere Flexibilität Ihrer Absauganlagen zu generieren.



2 Aufgabenstellung

Ziel des Bachelorprojektes ist es einen Verschlussmechanismus zu konzipieren, sowie aufzubauen und zu testen. Der Verschlussmechanismus soll kompakt sein und automatisch auch unter Unterdruckbelastung funktionieren, sowie unempfindlich gegen Verschmutzung sein.

Folgende Rahmenbedingungen waren bei der Konzeptionierung des Verschlussmechanismus einzuhalten:

- Der zu verschließende Querschnitt besitzt einen Durchmesser von 50 mm.
- Der Verschlussmechanismus soll kompakter sein als die bestehende Lösung, also deutlich kürzer als 240 mm.
- Der Verschlussmechanismus muss auch bei einem anliegenden Unterdruck von 260 mbar funktionieren.
- Der Verschlussmechanismus muss verschleißarm sein. (>100.000 Zyklen)
- Der Verschlussmechanismus muss der in einem Sauger üblichen Staubbelastung widerstehen.

Für die Automatisierung galten folgende Rahmenbedingungen:

- Der Querschnitt soll in einer Zeit von maximal 2,5 s verschlossen werden.
- Die Automatisierung soll ohne Druckluft, d.h. elektrisch erfolgen.
- Die Programmierung soll entweder mit LabVIEW oder mit einer Siemens Logo Steuerung umgesetzt werden.
- Als Schnittstelle soll bevorzugt USB oder RS 232 verwendet werden.

Es sollen insgesamt zwei verschiedene Prototypen mit möglichst gleichen Komponenten für den Antrieb und die Sensorik aufgebaut und getestet werden, wobei das Budget pro Schieber jeweils 300 € beträgt.

Hauptziele sind die Bauraumoptimierung und das Ersetzen des Antriebs mit Druckluft durch eine elektrische Lösung.



3 Stand der Technik

Um das Ansaugrohr zu verschließen bietet die Firma TTS Cleantec derzeit zwei verschiedene Lösungen an.

1. Manueller Schieber



Abbildung 1: Manueller Schieber

Dieser Schieber besitzt einen offenen und einen geschlossenen Querschnitt, der durch den Bediener mit Hilfe des grünen Griffes mit einer linearen Bewegung verschoben werden kann. Er wird vorne auf den Staubsauger aufgesteckt und sitzt damit zwischen Staubsauger und Saugschlauch. Dadurch wird mehr Platz verbraucht als bei einem in den Sauger integrierten Schieber. Außerdem muss beim Abreinigungsprozess des Staubsaugers neben der Taste für die Abreinigung des Filters zusätzlich noch manuell der Schieber bedient werden. Um den Schieber in den Staubsauger integrieren zu können und die Anwendung komfortabler zu gestalten muss dieser elektrisch ansteuerbar und möglichst kompakt sein.



2. Pneumatischer Schieber

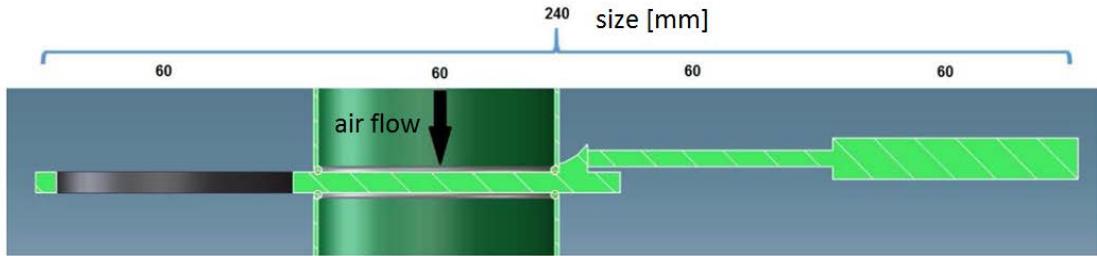


Abbildung 2: Schema pneumatischer Schieber

Wie in der Abbildung zu sehen gibt es bisher neben dem manuell betätigten Schieber noch einen pneumatisch betätigten Schieber. Durch einen doppeltwirkenden Pneumatikzylinder (rechts) wird der Schieber mit einem offenen und einem geschlossenen Querschnitt in horizontaler Richtung verschoben. Gut zu erkennen ist hier der große, für den Pneumatikzylinder benötigte Bauraum von insgesamt 240 mm. Da Druckluft als Medium sehr teuer und außerdem nicht überall verfügbar ist, war auch hier eine elektrische Ansteuerung wünschenswert, die außerdem kompakter als die pneumatische Ansteuerung sein sollte.



4 Lösungsweg

4.1 Ideenfindung/Konzepte

Zur Ideenfindung wurde von jedem einzelnen Teammitglied unabhängig voneinander ein Brainstorming durchgeführt und jeweils mehrere Skizzen mit Ideen angefertigt. Diese wurden dann bei einer teaminternen Präsentation den anderen Teammitgliedern vorgestellt und diskutiert.

Im Folgenden sind die einzelnen Konzepte kurz vorgestellt:

4.1.1 Schieber mit seitlichen Zahnreihen

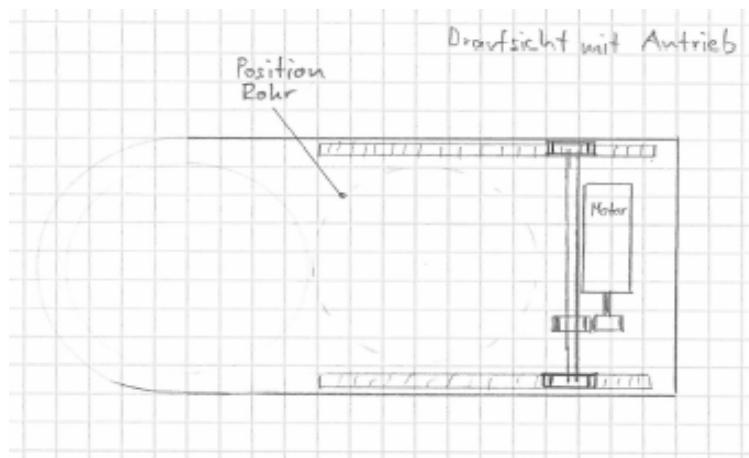


Abbildung 3: Konzept Schieber mit seitlichen Zahnreihen

Dieses Konzept besitzt einen offenen und einen geschlossenen Querschnitt, der durch ein Getriebe bestehend aus Zahnstange und Ritzel in einer Linearbewegung verschoben wird. Es stellt die Grundlage für den später als Prototyp ausgeführten Linearschieber dar.



4.1.2 Kugelhahn

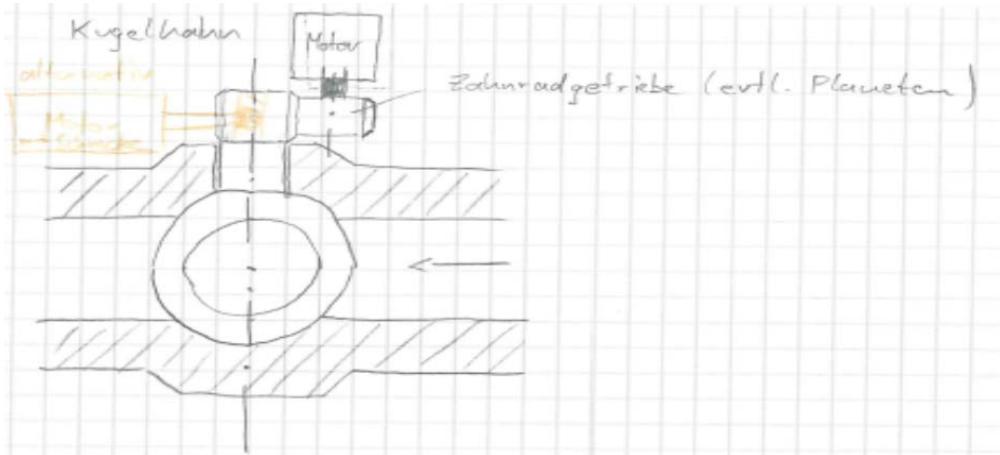


Abbildung 4: Konzept Kugelhahn

Dieses Konzept entspricht einem Kugelhahn zum Absperren von mit flüssigen Medien durchströmten Rohren. Vorteil wäre hier der geringe Verschlussweg (Drehung um 90°) und die damit verbundene kurze Verschlusszeit. Als Problem bei diesem Konzept wurde die Dichtigkeit und Verschleißbeständigkeit der Kugelfläche bzw. des zugehörigen Sitzes gesehen.

4.1.3 Sektionaltor

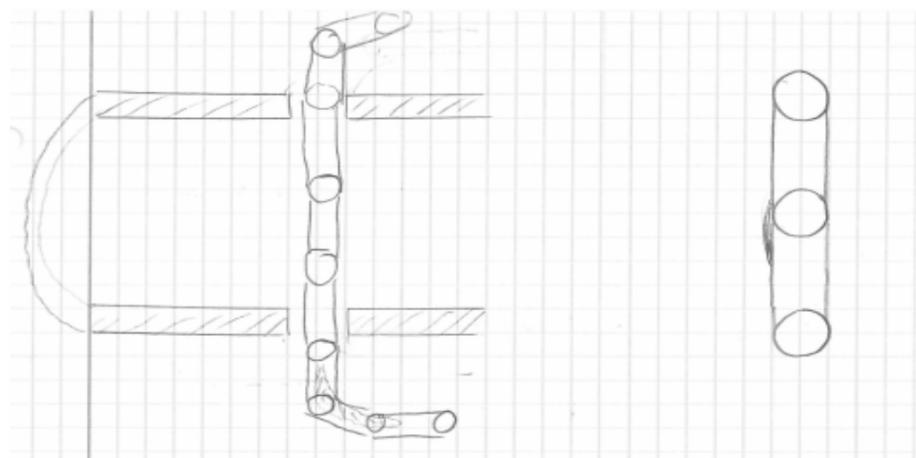


Abbildung 5: Konzept Sektionaltor



Wie aufgrund des Namens erkennbar entspricht dieses Konzept einem Sektionaltor, das zum Verschließen von Werkhallen und Garagen verwendet wird. Der Schieber besteht dabei aus einzelnen Lamellen, die zum Verschließen in den Rohrquerschnitt gefahren werden. Nachteilig wurden bei diesem Konzept die filigrane Mechanik durch die einzelnen Lamellen und die dadurch nötigen, komplexen Abdichtungsmaßnahmen bewertet.

4.1.4 Gebogener Blechverschluss

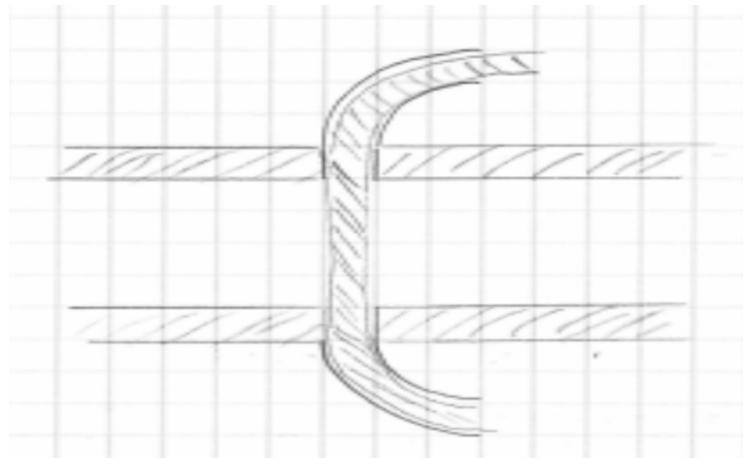


Abbildung 6: Konzept gebogener Blechverschluss

Der gebogene Blechverschluss funktioniert ähnlich wie das Konzept Sektionaltor, allerdings besteht hier der Schieber nur aus einem biegsamen Blechstreifen. Dadurch wäre die Abdichtung einfacher zu realisieren, allerdings müssen das Material und die Wandstärke des Blechs so ausgelegt werden, dass dieses ausreichend biegsam zum Bewegen aber dennoch stabil genug zum Widerstehen des Unterdrucks des Staubsaugers ist.



4.1.5 Drehschieber

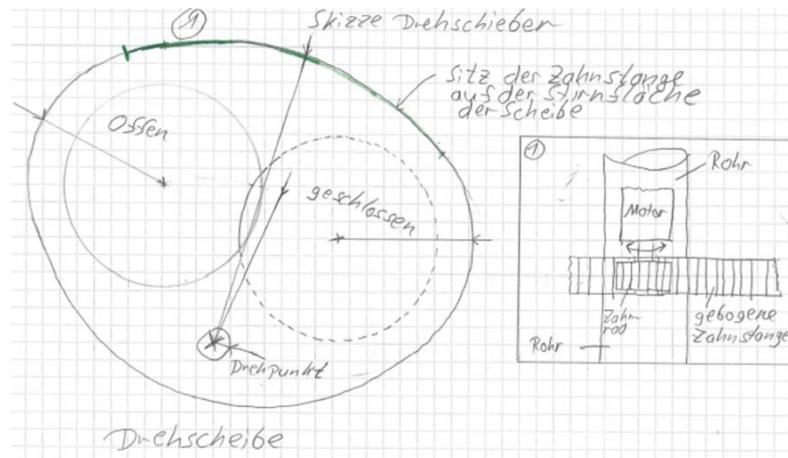


Abbildung 7: Konzept Drehschieber

Der Drehschieber führt zum Verschließen des Rohres eine Rotationsbewegung um den eingezeichneten Drehpunkt aus. Die Vorteile bei diesem Konzept sind der geringe Verfahrweg und die daraus resultierende kurze Verschlusszeit und der geringe Bauraumbedarf. Dieses Konzept bildet die Grundlage für den später als Prototyp aufgebaute Drehschieber.

4.1.6 Drosselklappe

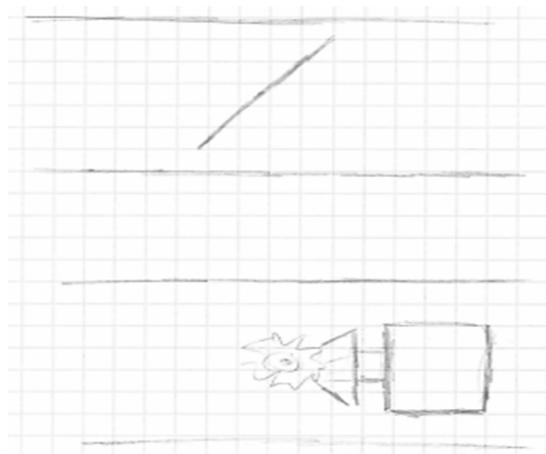


Abbildung 8: Konzept Drosselklappe



Dieses Konzept entspricht einer aus dem Verbrennungsmotorenbau bekannten Drosselklappe. Dabei rotiert eine Klappe um eine mittig im Rohrquerschnitt befestigte Welle. Ein Vorteil dieses Konzepts wäre die kurze Verschlusszeit, der entscheidende Nachteil dieses Konzepts war aber die Verengung des Querschnittes, weswegen dieses Konzept verworfen wurde.

4.1.7 Seitlich gelagerte Klappe

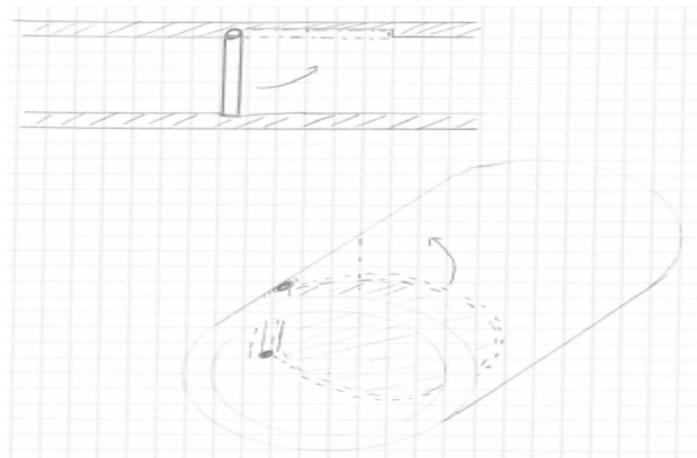


Abbildung 9: Konzept Seitlich gelagerte Klappe

Dieses Konzept ist der Drosselklappe sehr ähnlich, allerdings sitzt die Drehachse an der Außenseite des Rohres, wodurch der Querschnitt nicht verengt wird. Als nachteilig wurde hier die große, zum Bewegen nötige Kraft im Drehpunkt angesehen.



4.1.8 Quetschventil

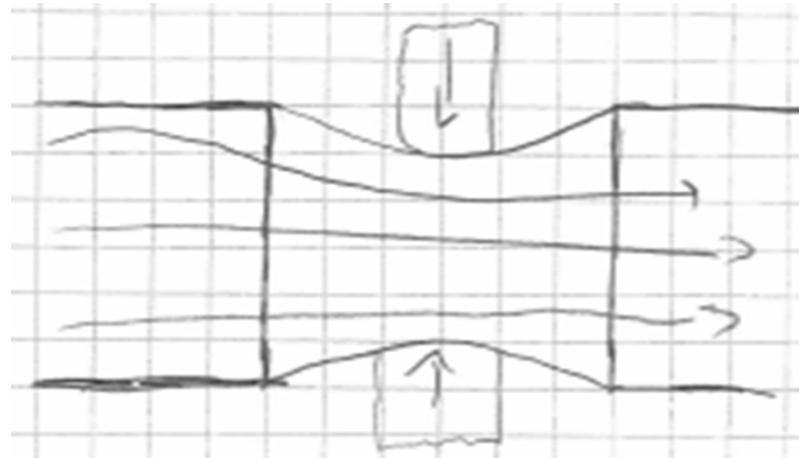


Abbildung 10: Konzept Quetschventil

Dieser Verschlussmechanismus basiert auf einem flexiblen Schlauch, der von außen gequetscht wird und dadurch den Querschnitt bis zum kompletten Verschließen verengt. Ein Vorteil hier ist die völlige Dichtheit des Verschlusses. Allerdings wurden hier Probleme bei der Abriebfestigkeit und Lebensdauer des flexiblen Schlauches gesehen.

4.1.9 Drehscheibe

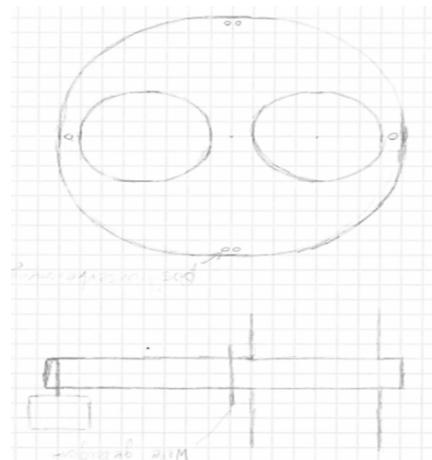


Abbildung 11: Konzept Drehscheibe



Diese Scheibe rotiert um ihren Mittelpunkt und besitzt zwei offene Querschnitte und zwei geschlossene Querschnitte. Sie bietet im Wesentlichen die gleichen Vorteile wie das Konzept Drehschieber, aber bei höherem Platzbedarf.

4.1.10 Torsionsschlauch

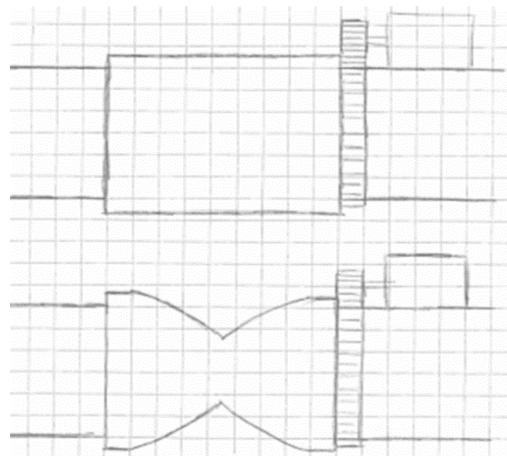


Abbildung 12: Konzept Torsionsschlauch

Dieses Konzept basiert wie das Konzept Quetschventil auf einem flexiblen Schlauch. Allerdings wird hier der Querschnitt durch Verdrehen der rechten gegenüber der linken Schlauchseite bis zum Verschließen verengt. Nachteilig wurden hier auch die Abriebfestigkeit und voraussichtliche Lebensdauer des flexiblen Schlauches bewertet.



4.2 Konzeptbewertung und Ausarbeitung

Nach dem Abschluss der Ideenfindungsphase wurden die einzelnen Konzepte nach den verschieden gewichteten Kriterien aus der Anforderungsliste bewertet und alle Konzepte mit Bewertung der Entwicklungsabteilung von TTS Cleantec vorgestellt. Die besten zwei Konzepte wurden nach Rücksprache mit TTS Cleantec weiterverfolgt.

Concept name	Degree of fulfillment for [E]									
	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5	Concept 6	Concept 7	Concept 8	Concept 9	Concept 10
	Schieber mit seitlichen Zahnreihen	Kugelhahn	Sektionaltor	gebogener Blechverschluss	Drehschieber	Drosselklappe	Seitlich gelagerte Klappe	Quetschventil	Drehschelbe	Torsionsschlauch
Concept evaluation result	0,74	0,50	0,29	0,62	0,82	0,53	0,50	0,54	0,69	0,58
Criteria	Weight [6]									
1 Bauvolumen	3	1	2	2	2	3	2	2	0	2
2 Dichtigkeit	3	5	2	0	3	5	2	2	5	2
3 benötigte Kraft bzw Drehmoment	2	1	1	1	3	1	0	2	2	2
4 Unempfindlichkeit gegen Schmutz	3	3	1	0	3	0	1	1	3	1
5 Fertigungsaufwand	1	3	1	0	2	2	3	1	0	2
6 Langlebigkeit (> 100.000 Zyklen)	3	2	0	0	2	2	1	1	2	1
7 keine Querschnittsveränderung	3	5	5	3	5	0	2	5	5	5
8 Einfache Realisierung (Antrieb)	3	2	2	1	0	2	2	1	2	2
9 Positionserkennung	1	3	2	1	1	3	2	2	3	0
10 Kosten	2	2	1	0	1	2	3	2	1	1
11 Verschlusszeit	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2

Tabelle 1: Konzeptbewertung

Wie aus obenstehender Tabelle zu erkennen waren die am höchsten bewerten Konzepte der Schieber mit seitlichen Zahnreihen (Linearschieber) und der Drehschieber. Diese beiden Konzepte wurden mit Hilfe jeweils eines morphologischen Kastens noch genauer ausgearbeitet.

Linearschieber				
Motoren	einseitige Welle	zweiseitige Welle	Linearmotor	
Zahnstangenposition	auf dem Schieber	seitlich am Schieber	keine Zahnstange	
Zahnstangenzahl	1	2	0	
Übersetzung	Schnecke	Stirnradgetriebe	Spindel	keine

Abbildung 13: Morphologischer Kasten Linearschieber



Drehschieber				
Motorenposition	Drehpunkt	Mitte (Nut)	Außen	
Zahnstangenposition	auf dem Schieber	seitlich am Schieber	keine Zahnstange	
Zahnstangenzahl		1	2	0
Übersetzung	Schnecke	Stirnradgetriebe	keine	

Abbildung 14: Morphologischer Kasten Drehschieber

Aus diesen morphologischen Kästen ergaben sich für beide Schieber mehrere mögliche Lösungen zur Realisierung des Antriebes.

mögliche Lösungen:	Motoren	Zahnstangenposition	Zahnstangenzahl	Übersetzung	Favorisierung
1.	einseitige Welle	seitlich am Schieber	1	keine	2.
2.	einseitige Welle	auf dem Schieber	1	keine	1.
3.	einseitige Welle	auf dem Schieber	2	keine	
4.	einseitige Welle	auf dem Schieber	2	Stirnradgetriebe	
5.	einseitige Welle	auf dem Schieber	2	Schnecke	
6.	zweiseitige Welle	auf dem Schieber	2	keine	
7.	Linearmotor	keine Zahnstange	0	keine	

Abbildung 15: Mögliche Antriebslösungen Linearschieber

mögliche Lösungen:	Motorposition	Zahnstangenposition	Zahnstangenzahl	Übersetzung	Favorisierung
1.	Außen	seitlich am Schieber	1	keine	1.
2.	Drehpunkt	keine	0	keine	
3.	Außen	auf dem Schieber	1	keine	2.

Abbildung 16: Mögliche Antriebslösungen Drehschieber

Aus diesen möglichen Lösungen wurden vor allem aufgrund von Bauraumoptimierung und benötigter Antriebsmomente der Motoren die grün markierten Lösungen ausgewählt



4.3 Berechnungen zur Auswahl des Motors

Eine wichtige Kennzahl zur Auswahl des Motors war die durch den Unterdruck entstehende Kraft. Dazu musste erst die Querschnittsfläche des Saugkanals bestimmt werden.

Querschnittsfläche Öffnung ($d=51 \text{ mm}$):

$$A = \pi \times r^2 = \pi \times (25,5 \text{ mm})^2 = 2042,8 \text{ mm}^2$$

Mit diesem Ergebnis konnte die Kraft berechnet werden.

Kraft durch Unterdruck (260mbar):

$$F = p \times A = 0,026 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 2042,8 \text{ mm}^2 = 53,1 \text{ N}$$

In einem Versuchsaufbau mit dem Handschieber von TTS Cleantec wurde die benötigte Zugkraft ermittelt, um den Schieber bei einer Belastung von ungefähr 53 N und Reibung durch die Dichtungen, linear zu öffnen.

Die ermittelte Kraft lag bei ungefähr 10 Newton.

Mit der berechneten Kraft und dem ausgemessenen Hebelarm konnte das benötigte Drehmoment, welches zum Öffnen des Drehschiebers nötig ist, errechnet werden.

Drehmoment im Drehpunkt zum Drehen des Schiebers:

$$M = F \times s = 10 \text{ N} \times 44 \text{ mm} = 440 \text{ Nmm}$$

Damit konnte die Kraft errechnet werden, die am Zahnkranz nötig ist um den Drehschieber zu Bewegen.

Benötigte Kraft am Zahnkranz des Drehschiebers (Teilkreisdurchmesser 156mm):

$$F = \frac{M}{s} = \frac{440 \text{ Nmm}}{78 \text{ mm}} = \sim 6 \text{ N}$$

Um auch einen problemlosen Betrieb bei Staubbelastung zu gewährleisten, wurden die Werte mit einer dreifachen Sicherheit beaufschlagt.

Kraft mit dreifacher Sicherheit am Drehschieber: $6 \text{ N} \times 3 = 18 \text{ N}$

Kraft mit dreifacher Sicherheit am Linearschieber: $10 \text{ N} \times 3 = 30 \text{ N}$



Mit den neuen Kraftwerten in Verbindung mit den Teilkreisdurchmessern der Stirn-
zahnräder, wurden die benötigten Drehmomente für die beiden Schieber errechnet
werden.

Benötigtes Drehmoment des Motors:

Drehscheibe (für Zahnrad m=2, z=12, d=24mm)

$$M = F \times s = 18 \text{ N} \times 12 \text{ mm} = 216 \text{ Nmm}$$

Linearschieber (für Zahnrad m=2, z=10, d=20mm)

$$M = F \times s = 30 \text{ N} \times 10 \text{ mm} = 300 \text{ Nmm}$$

Da die Verschlusszeit auch ein wichtiges Kriterium in den Vorgaben von TTS Clean-
tec für dieses Projekt waren, mussten auch die theoretischen Verschlusszeiten und
damit die benötigte Drehzahl des Motors errechnet werden.

Benötigte Drehzahl des Motors zum Schließen (unter 2,5 s):

Drehschieber:

Weg bei einer Umdrehung des Ritzels: $s = \pi \times d = \pi \times 24 \text{ mm} = 75,4 \text{ mm}$

Da der Drehschieber eine Zahnkranzbogenlänge von 130 mm hatte konnte die Dreh-
zahl errechnet werden

Umdrehungen für 130 mm in 2,5 s: $n = \frac{130 \text{ mm}}{\frac{75,4 \text{ mm}}{2,5 \text{ s}}} \sim 41 \frac{1}{\text{min}}$

Beinahe dieselbe Rechnung konnte mit dem Linearschieber durchgeführt werden.

Linearschieber:

Weg bei einer Umdrehung des Ritzels: $s = \pi \times d = \pi \times 20 \text{ mm} = 62,8 \text{ mm}$

Der Verfahrweg der Scheibe hatte einen Wert von 58 mm.

Umdrehungen für 58mm in 2,5s: $n = \frac{58 \text{ mm}}{\frac{62,8 \text{ mm}}{2,5 \text{ s}}} \sim 22 \frac{1}{\text{min}}$

Somit musste der Motor, da für beide Verschlussmechanismen derselbe verwendet
werden sollte, folgende Spezifikationen besitzen

Mindestdrehzahl: $n = 41 \frac{1}{\text{min}}$ Drehmoment: $M = 30 \text{ Ncm}$

Gewählter Motor:

$$n = 82 \frac{1}{\text{min}}$$

$$M = 40 \text{ Ncm} = 400 \text{ Nmm}$$



4.4 Auswahl der Bauteile

4.4.1 Motor

Aufgrund der gewählten mechanischen Parameter und den daraus resultierenden Anforderung wurde zuerst ein Motor ausgesucht, der für beide Schieber eingesetzt werden kann. Für die Auswahl entscheidend waren folgende Kriterien:

- Drehmoment: > 30 Ncm
- Drehzahl: > $41 \frac{1}{min}$

Außerdem wurde auf eine Nennspannung von 12 V geachtet um Kompatibilitätsprobleme beim Antrieb zu vermeiden und den Laststrom möglichst gering zu halten. Ein weiteres Kriterium war die Standfestigkeit gegen Wärme, da der mögliche Einsatz des Schiebers auch unter warmen Umgebungsluft denkbar ist. Nachdem wenige Motoren den Anforderungen gerecht wurden, fiel die Entscheidung auf einen preiswerten Motor mit integriertem Getriebe, auch aufgrund seiner kompakten Baugröße.

4.4.2 Zahnstange/Zahnräder

Bei der Auswahl der Verzahnung stand die Stabilität der einzelnen Zähne im Vordergrund. Daraus resultierte die, zwar sehr große, aber dafür stabile Verzahnung mit Modul 2.

Um das sehr hohe Drehmoment des Motors aufrecht zu erhalten, wurde entschieden bei dem Linearschieber ein Zahnrad mit einem Außenradius von 12 mm und 10 Zähnen einzusetzen. Da beim Drehschieber das Drehmoment deutlich geringer als bei dem Linearschieber ist und damit keine entscheidende Rolle spielt, fiel die Entscheidung auf ein größeres Zahnrad mit einem Außenradius von 14 mm und 12 Zähnen, um die Drehbewegung des Drehschiebers zu beschleunigen.

4.4.3 Arduino UNO

Um die Steuerung und Datenerfassung zu realisieren war ein LabVIEW – fähiger Controller mit folgenden Kriterien notwendig:

- Betriebsspannung 5 V oder 12 V
- Min. 10 digitale I/O Pins
- USB Interface



Nach einem direkten Vergleich einiger Mikrocontroller, wurde der Arduino UNO gewählt, da dieser zum günstigsten Preis alle Anforderungen erfüllt.

4.4.4 Endstufe

Nachdem die Wahl des Mikrocontrollers auf Arduino UNO fiel, wurde eine Endstufe benötigt, um die Ausgangsleistung des Controllers zu verstärken. Aus diesem Grund musste die Ansteuerung über ein Signal mit 5 V und weniger als 20 mA funktionieren. Der Lastkreis muss dabei einen Motor mit 12 V Nennspannung und mindestens 1 A versorgen. Nach dem Beachten der verifizierten Lebensdauer, standen eine Endstufe mit Relais und eine mit Transistoren zur Auswahl. Das entscheidende Kriterium war der günstige Preis, um sich für die mechanische Endstufe mit Relais zu entscheiden.

4.4.5 Sensoren

Als letztes wurden die Sensoren ausgesucht. Für diese waren die Lebensdauer von 100.000 Schaltzyklen sowie die Unabhängigkeit von der Staubbelastung entscheidend. Aus diesem Grund waren induktive Sensoren die einzige Option um die Position des Schiebers zuverlässig zu erkennen.

4.5 CAD-Design

4.5.1 Drehschieber

Beim Design des Drehschiebers stand die kompakte Baugröße stets im Vordergrund. Zuerst wurden die Drehscheibe und der Zahnkranz erstellt und die Baugröße bestmöglich optimiert. Daraufhin wurde ein passendes, kompaktes Gehäuse modelliert und dieses mit Montagepunkten für den Motor und die Sensoren versehen.

Als erstes wurde das Aussehen der Drehscheibe konstruiert. Hierbei wurde wurden die Maße möglichst klein gehalten, um das Bauraumvolumen gering zu halten. Ebenso wurde auch die Nut zur Befestigung des Zahnkranzes in der Konstruktion mit bedacht. Die Scheibe wurde aus PVC gefertigt.

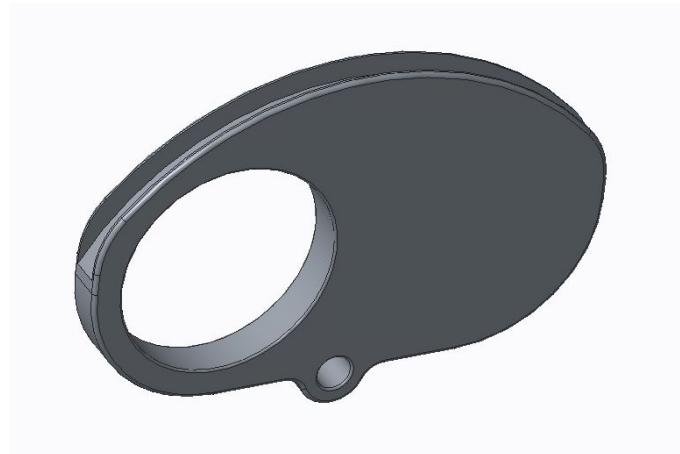


Abbildung 17: Drehscheibe

Da kein Zahnkranz mit ausreichender Größe für den Drehschieber gekauft werden konnte, musste er eigens im CAD konstruiert werden. Die Zähne haben Modul 2 und wurden in einem 3D – Drucker gefertigt.

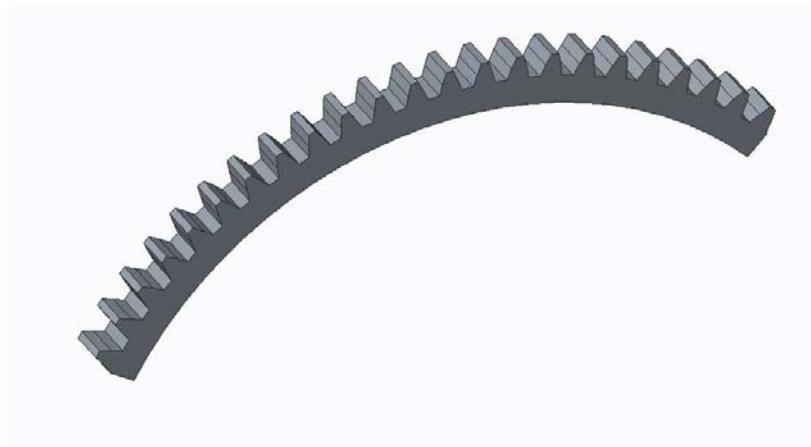


Abbildung 18: gedruckter Zahnkranz für Drehscheibe

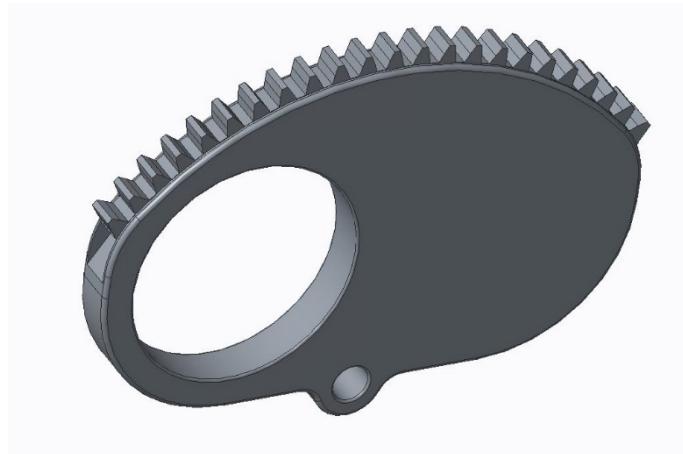


Abbildung 19: Baugruppe Drehscheibe

Der gedruckte Zahnkranz wurde in die vorgesehene Nut eingeklebt. Das Ritzel für den Motor für den Drehschieber konnte käuflich erworben werden. Allerdings musste dieses noch nachbearbeitet werden. Der Schaft, sowie wie die Zahnbreite wurden auf einer Drehbank abgedreht. Ebenso wurde eine Bohrung für einen Passstift in den Schaft vorgesehen.

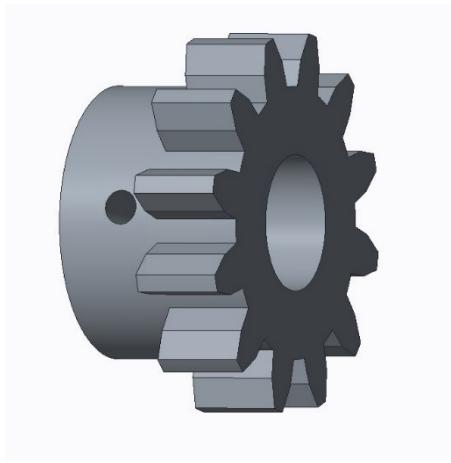


Abbildung 20: Ritzel für Drehschieber



Den Großteil der Arbeit haben die Gehäuseteile eingenommen. Das Oberteil des Dreh-schiebers besitzt den Konus zur Schlauchaufnahme. Darüber ist die Motorbefestigung angebracht.



Abbildung 21: Gehäuseoberteil Außenansicht

Auf der Innenseite ist die Befestigung für die Dichtringe angebracht. Zwei Schrauben der Motorbefestigung werden auf der Innenseite des Oberteils verspannt.



Abbildung 22: Gehäuseoberteil Innenansicht



Das Unterteil des Gehäuses hat eine höhere Außenwand als das Obergehäuse. Hier wurden Löcher für die Sensoren, zum Erkennen der Position des Schiebers gebohrt.



Abbildung 23: Gehäuseunterteil Außenansicht

Im Inneren des Gehäuseunterteils sind Schraubendohme zur Verschraubung beider Gehäuseteile angebracht.



Abbildung 24: Gehäuseunterteil Innenansicht

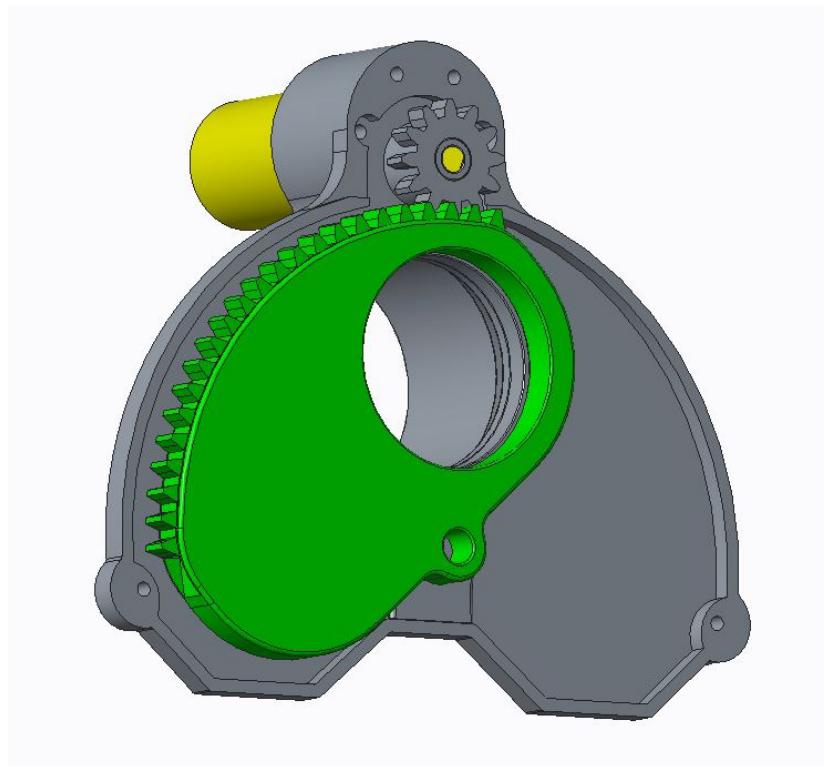


Abbildung 25: Drehschieber Baugruppe offen

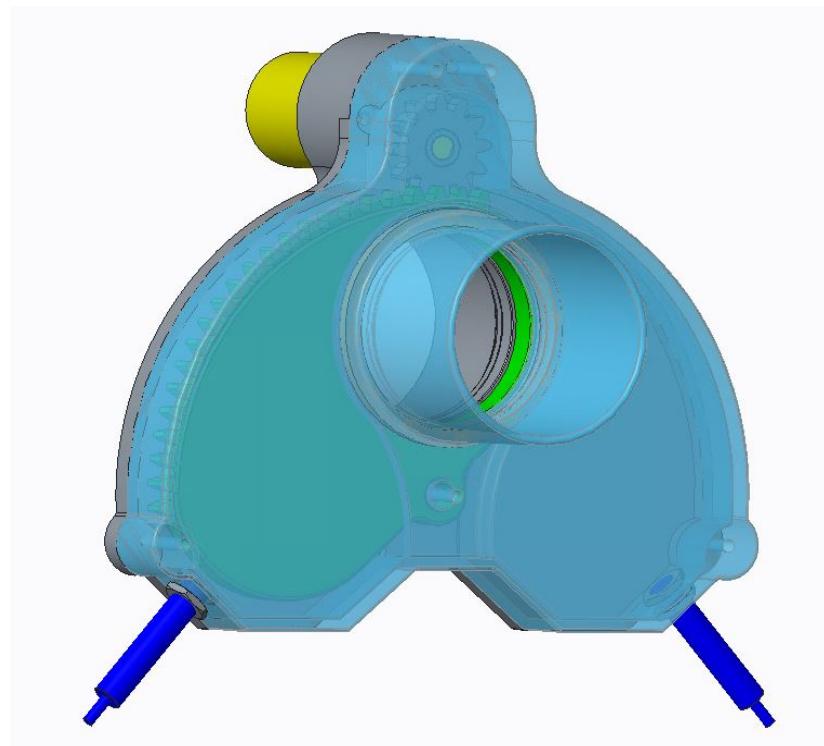


Abbildung 26: Drehschieber Baugruppe



4.5.2 Linearschieber

Wie beim Drehschieber, wurde bei Linearschieber auch zuerst das Design der Verschluss Scheibe erstellt. Dabei wurde auch die Befestigung der Zahnstange vorgesehen.



Abbildung 27: Schieber

Die Zahnstange mit Modul 2 konnte käuflich erworben werden, und musste nur in Länge und Breite für den Schieber angepasst werden.

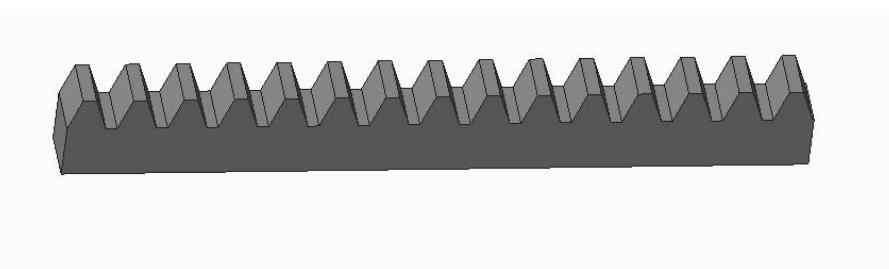


Abbildung 28: Zahnstange für Schieber

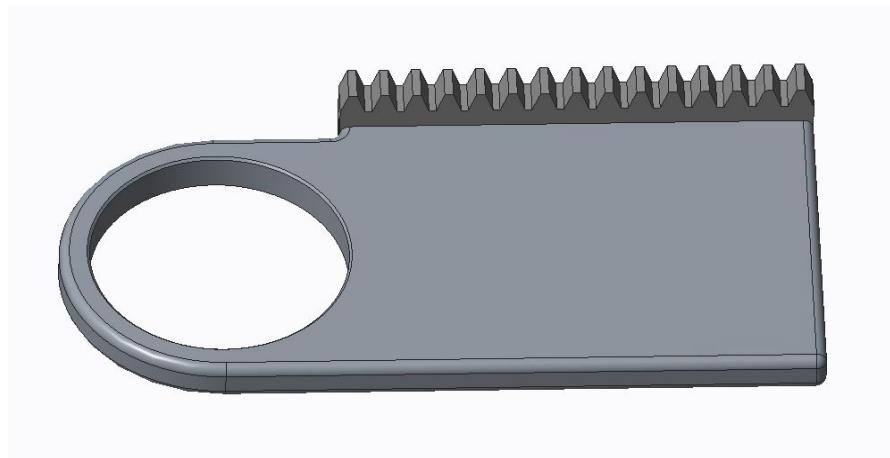


Abbildung 29: Schieber Baugruppe

Mit drei Schrauben wurde die die bearbeitete Zahnstange auf dem Schieber befestigt.

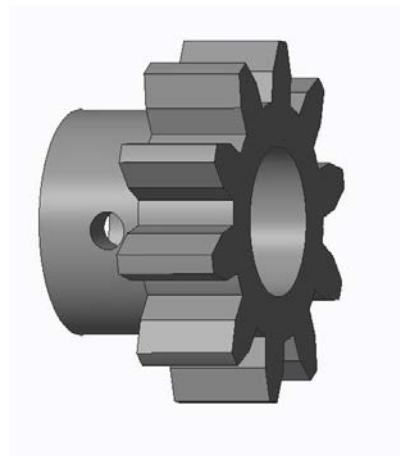


Abbildung 30: Zahnrad für Linearschieber

Wie bei dem Drehschieber konnte das Ritzel käuflich erworben werden und durch Nachbearbeitung an einer Drehmaschine für den Gebrauch angepasst werden.

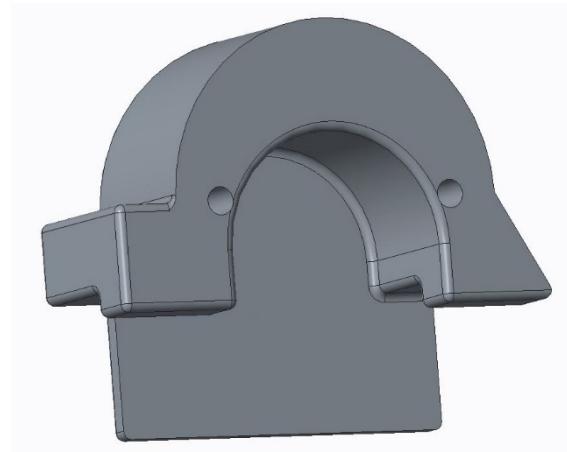


Abbildung 31: Gehäusedeckel

Der Gehäusedeckel dient zur Abdeckung des Motors und des Zahnrades. Außerdem dient er auch als Auflage für die Schrauben der Motorbefestigung

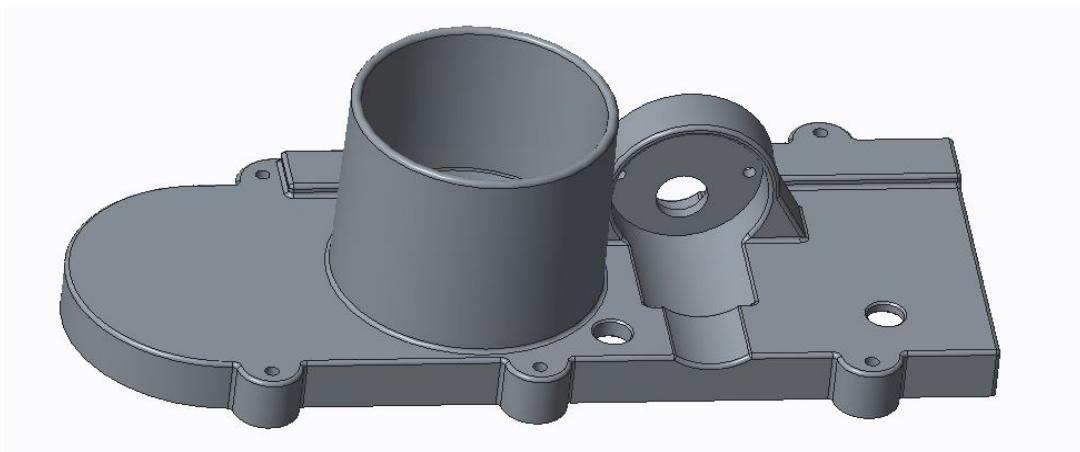


Abbildung 32: Gehäuseoberteil Außenansicht

Das Oberteil des Gehäuses des Linearschiebers besitzt neben dem Konus zur Schlauchaufnahme auch die Halterung für den Motor, sowie die Löcher für die Sensoren.

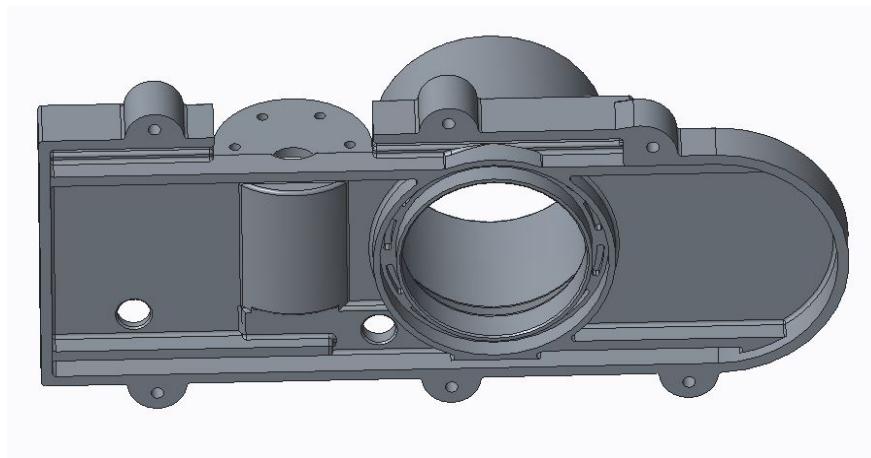


Abbildung 33: Gehäuseoberteil Innenansicht

Die Schraubendohme wurden außerhalb angebracht, um den Bauraum möglichst klein zu halten. Der Schieber kann über zwei Gleitflächen sehr leicht verfahren werden.

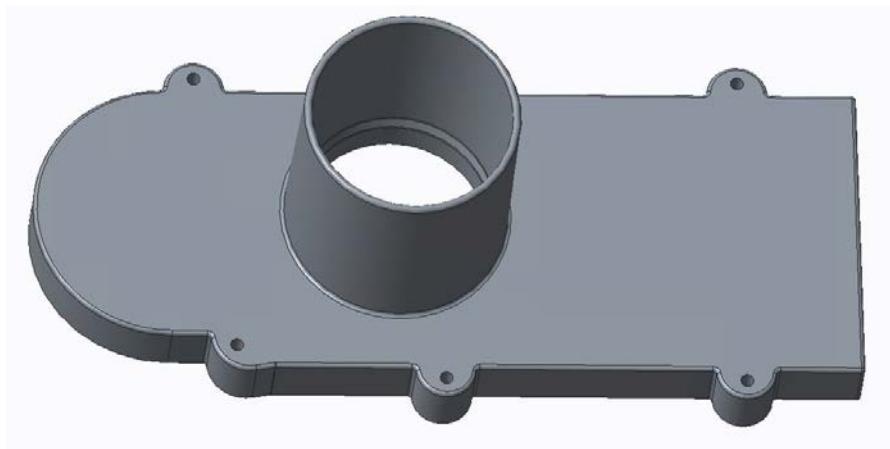


Abbildung 34: Gehäuseunterteil Außenansicht

Der Konus des Untergehäuses wurde so konstruiert, dass der gesamte Schieber einfach auf einen Staubsauger aufgesteckt werden kann.



Ebenso besitzt das Untergehäuse im Inneren zwei Gleitflächen, um ein Verkanten des Schiebers zu vermeiden und die Aufnahme für die Dichtringe.

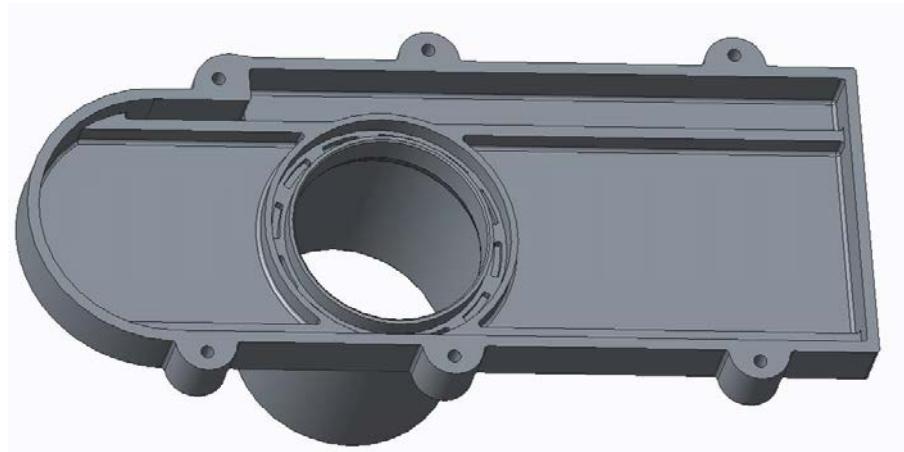


Abbildung 35: Gehäuseunterteil Innenansicht

Das Gehäuse wurde direkt an die Scheibe angepasst, um möglichst viel Bauraum zu sparen.

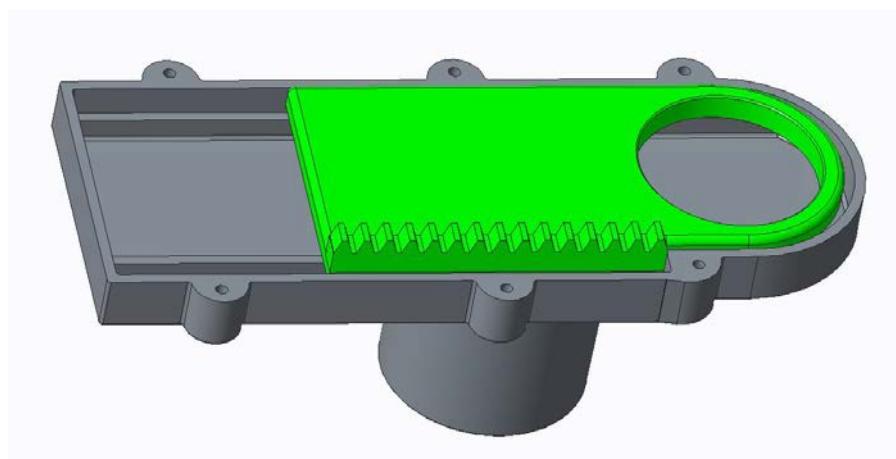


Abbildung 36: Linearschieber Baugruppe offen

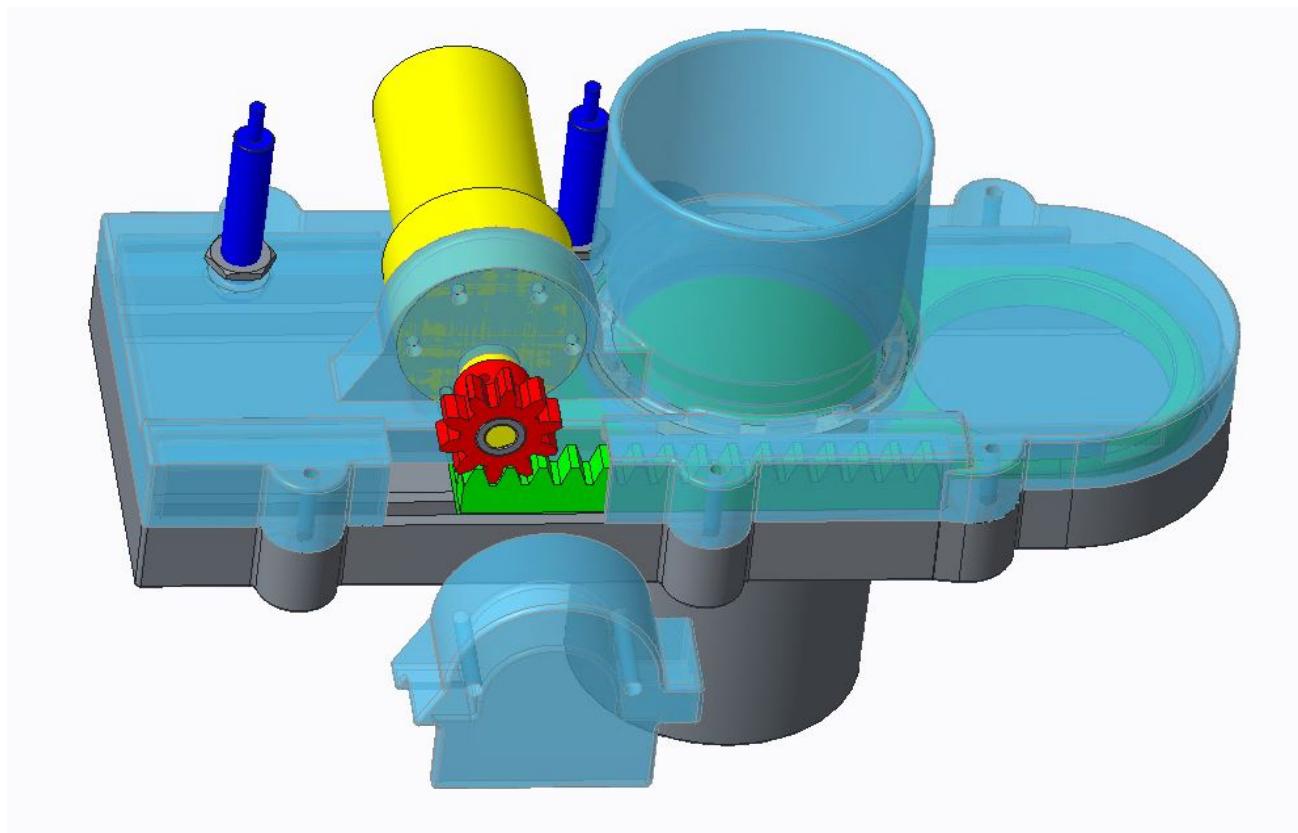


Abbildung 37: Linearschieber Baugruppe



4.6 Schaltungsentwurf

Die wesentlichen Aufgaben der Schaltung ist die Ansteuerung der Motoren und Erfassung der Schieberposition. Zur Signalverarbeitung wurde ein Arduino UNO eingesetzt, welcher an den digitalen I/O Pins folgende Spezifikation aufweist:

- Maximaler Spannung: 5 V
- Maximaler Strom: 20 mA

Aufgrund dieser Spezifikation, war es erforderlich eine Endstufe einzubauen, die den deutlich größeren Laststrom und die höhere Nennspannung von 12 V schaltet. Der Laststrom des Motors beträgt ca. 0.8 A. Im eingebauten Zustand und mit 260 mbar Unterdruck beaufschlagt erreicht der Anlaufstrom kurzzeitig 2 A. Die dafür verwendeten Relais wurden zu einer H-Schaltung zusammengebaut, um das Abbremsen des Motors nach Abschaltung zu ermöglichen. Dadurch wurde das Nachlaufen des Motors effektiv verminderter.

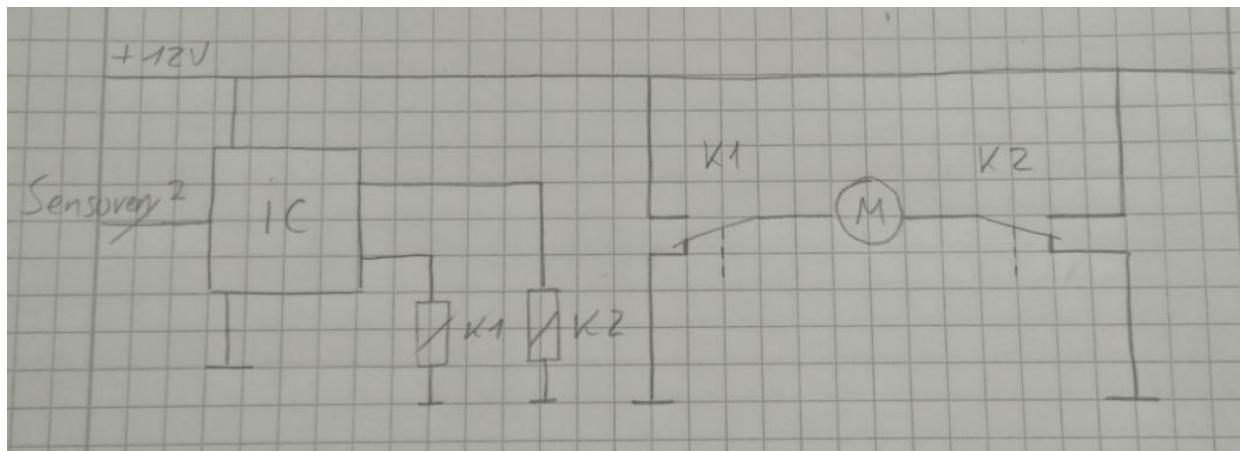


Abbildung 38: H-Schaltung des Motors



Die Spezifikationen der digitale I/O Pins sind für das Signal der von uns gewählten induktiven Sensoren zu gering. Dafür wurde eine Schaltung erstellt, die das Ausgangssignal der Sensoren von 12 V und 200 mA auf 4,85 V und 7,8 mA reduziert. Der maximale Strom von 7,8 mA wurde durch einen Spannungsteiler mit einem Gesamtwiderstand von 1530 Ω erreicht.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{1530 \Omega} = 0,0078 \text{ A} = 7,8 \text{ mA}$$

Durch das Verhältnis der Widerstände im Spannungsteiler von 910 Ω und 620 Ω ergibt sich die Spannung von 4,85 V.

$$U = 12 \text{ V} \frac{620 \Omega}{620 \Omega + 910 \Omega} = 4,85 \text{ V}$$

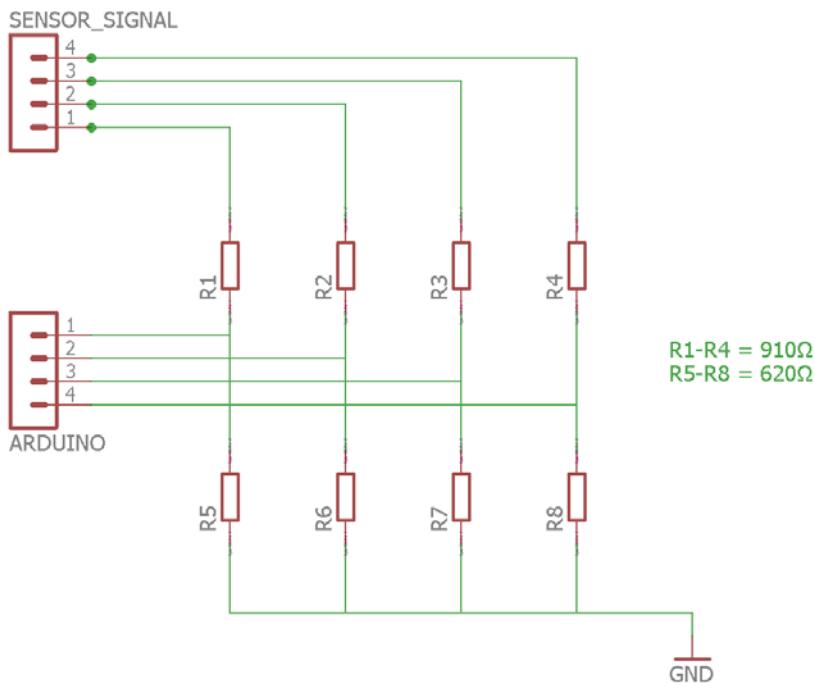
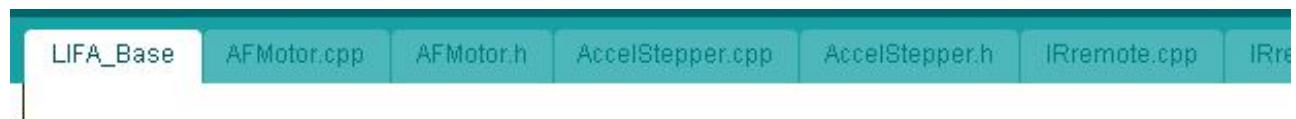


Abbildung 39: Spannungsteiler



4.7 Software

Der Hauptaufgabenbereich der Software liegt in der Steuerung der Schieber und in der Erfassung, der aus den gefahrenen Zyklen, generierten Messdaten. Sie wurde, wie gefordert, in LabVIEW programmiert. Für die Verbindung zwischen LabVIEW und dem Datenerfassungsgerät, einem Arduino, welche nicht von Haus aus von LabVIEW angeboten wird, wurde das LabVIEW-Interface für Arduino und die LIFA_Base Firmware von National Instruments benutzt. Dies ermöglichte eine problemlose Implementierung von Arduino in LabVIEW. Die so erzeugte Software ermöglicht mehr als nur die Zeiterfassung und Steuerung.



```
*****
** LVFA_Firmware - Provides Basic Arduino Sketch For Interfacing With LabVIEW.
**
** Written By: Sam Kristoff - National Instruments
** Written On: November 2010
** Last Updated: Dec 2011 - Kevin Fort - National Instruments
**
** This File May Be Modified And Re-Distributed Freely. Original File Content
** Written By Sam Kristoff And Available At www.ni.com/arduino.
**
*****
```

Abbildung 40: Auszug aus der LIFA_Base Firmware

Das erste Fenster, welches der Anwender der Software beim Öffnen der Software, dem Verschlusschieberprogramm, ist das Hauptfenster. Über eine Liste können hier die Betriebsarten ausgewählt werden. Es wurden zwei verschiedene Modi programmiert. Der Modus „Automatikbetrieb“ dient zum Testen der Schieber mit zyklischen Wiederholungen. Der „Handbetrieb“ ist für den Werksfall und unterstützt nur Einzelfahrten. Über den Button „zu den Einstellungen“ kann auf das Einstellungsmenü der einzelnen Modi zugegriffen werden.



Verschlusschieberprogramm

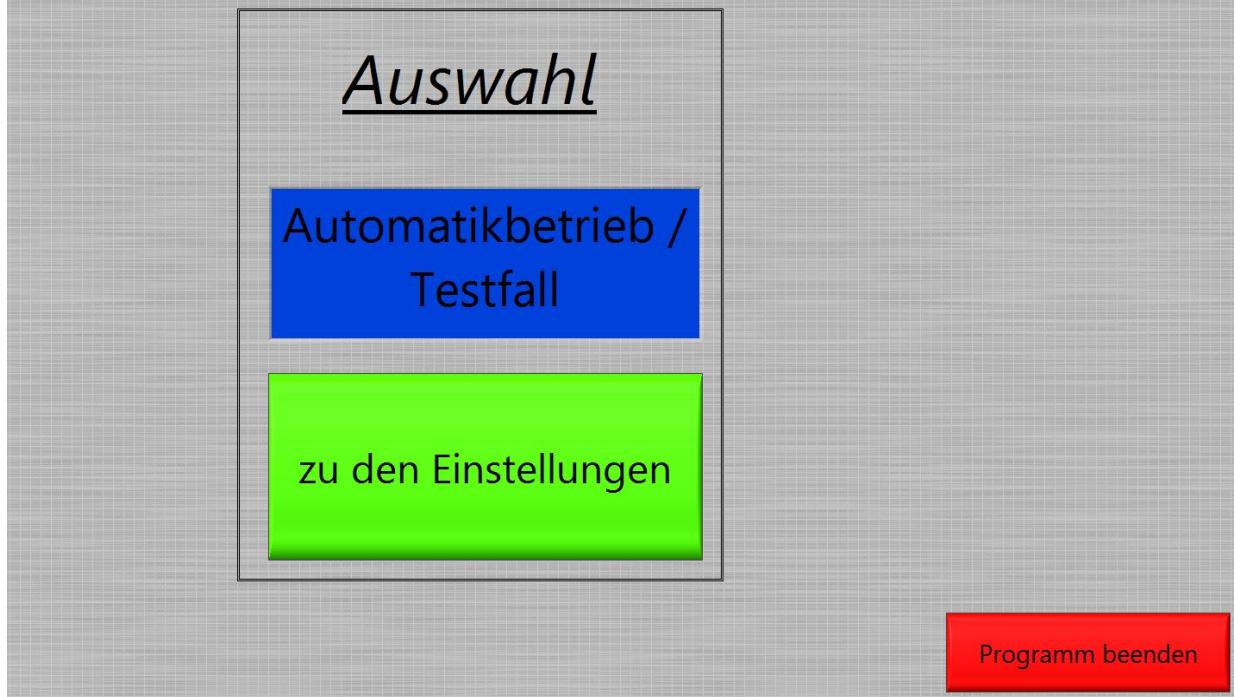


Abbildung 41: Hauptfenster

Über die Einstellungsmenüs können verschiedene Parameter gewählt werden. Zu diesen gehören welche Schieber angesteuert werden sollen, ebenso die Abspeicherung der Messdaten in einer CSV – Datei, deren Speicherpfad gewählt werden kann. Zudem ist das automatische Anlegen eines Fehlerlogs möglich in einem wählbaren Speicherort. In diesem Log werden verschiedene Fehlermeldungen abgespeichert.

Eine weitere Auswahlmöglichkeit ist die Auswahl einer manuellen bzw. automatischen Fehlerquittierung.

Die automatische Fehlerquittierung ermöglicht eine autonome Fehlerbehebung durch Referenzfahrten ohne eine direkte Bestätigung eines Bedieners. Dies ermöglicht besonders im Testbetrieb keine direkte Anwesenheit eines Mitarbeiters und ermöglicht somit vollautomatische Tests.

Die manuelle Fehlerquittierung verlangt die Anwesenheit eines Bedieners am Steuerlaptop. Diese Quittierungsart unterstützt den „Handbetrieb“ in einem Werk. So muss der Arbeiter aktiv den Fehler als „behoben“ melden um einen weiteren Betrieb zu ermöglichen.

Ebenso können in den Einstellungen Alarmtöne aktiviert werden.



Einstellungen für den Handbetrieb / Werksfall

Welche Schieber wollen sie benutzen?

Schieber
Drehschieber

Wollen Sie die Messdaten abspeichern?

NEIN

Speicherpfad für Messdaten

Wollen Sie die Fehlerdaten abspeichern?

NEIN

Speicherpfad für Fehlerdaten

Töne / Alarmtöne

Töne aus

automatische Fehlerquittierung / manuelle Fehlerquittierung

manuelle Fehlerquittierung

Weiter

Programm beenden

Abbildung 42: Einstellungsfenster für den Handbetrieb

Welche Schieber wollen sie benutzen?

Schieber
Drehschieber

Wollen Sie die Messdaten abspeichern?

NEIN

Speicherpfad für Messdaten

Wollen Sie die Fehlerdaten abspeichern?

NEIN

Speicherpfad für Fehlerdaten

Töne / Alarmtöne

Töne aus

automatische Fehlerquittierung / manuelle Fehlerquittierung

manuelle Fehlerquittierung

Zyklen

0

Weiter

Programm beenden

Abbildung 43: Einstellungsbetrieb für den Automatikbetrieb



Im Einstellungsfenster für den „Automatikbetrieb“ kann zudem die Zahl der Zyklen, die von den Schiebern gefahren werden sollen eingegeben werden. Durch die Eingabe von „0“ kann auch eine unendliche Zahl von Zyklen realisiert werden.

Das eigentliche Controlpanel öffnet sich erst nach Festlegung aller Einstellungen. Im oberen Bereich sind nochmal die gewählten Einstellungen zusehen. Die Fehlerquittierung und die Tonauswahl können hier nochmal verändert werden. Im mittleren Bereich werden die einzelnen Sensorsignale visualisiert. Jeder einzelne Sensor hat seinen eigenen Chart und für jeden Schieber das überlagerte Signal beider Sensoren.

Für jeden Schieber gibt es auch einen Button, um eine Referenzfahrt durchzuführen.

Im oberen Bereich zeigt eine LED an, ob sich die gesamte Schaltung im Standby – Modus befindet. Dieser Modus tritt nach 10 Sekunden Inaktivität ein und legt die gesamte Schaltung auf Masse.

Im linken Bereich des Panels sind die Controlbuttons für die Fahrten. Es handelt sich um Toogleknöpfe, die immer den jeweiligen Zustand des Schiebers (Auf – Zu) anzeigen. Eine LED zeigt an, ob der Schieber gerade fährt. Unterhalb davon wird angezeigt, wie lange die vorrangegangene Fahrt gedauert hat.



Abbildung 44: Panel für den Handbetrieb



Im Fenster für den Automatikbetrieb wird im Einstellungsbereich zudem die in den Einstellungen festgelegte Zykluszahl angezeigt. Im unteren Bereich des Controlpanels wird der derzeitige Zyklus in einer Anzeige dem Bediener dargestellt. Der Tooglebutton beendet und startet den Test. Das Beenden eines Tests setzt den Zykluszähler wieder auf null. Im Gegensatz zum „Handbetrieb“, werden im Fenster für den „Automatikbetrieb“ jeweils die Verschlusszeit und die Öffnungszeit angezeigt.

Über den „Beenden“-Button kann das Programm beendet werden.

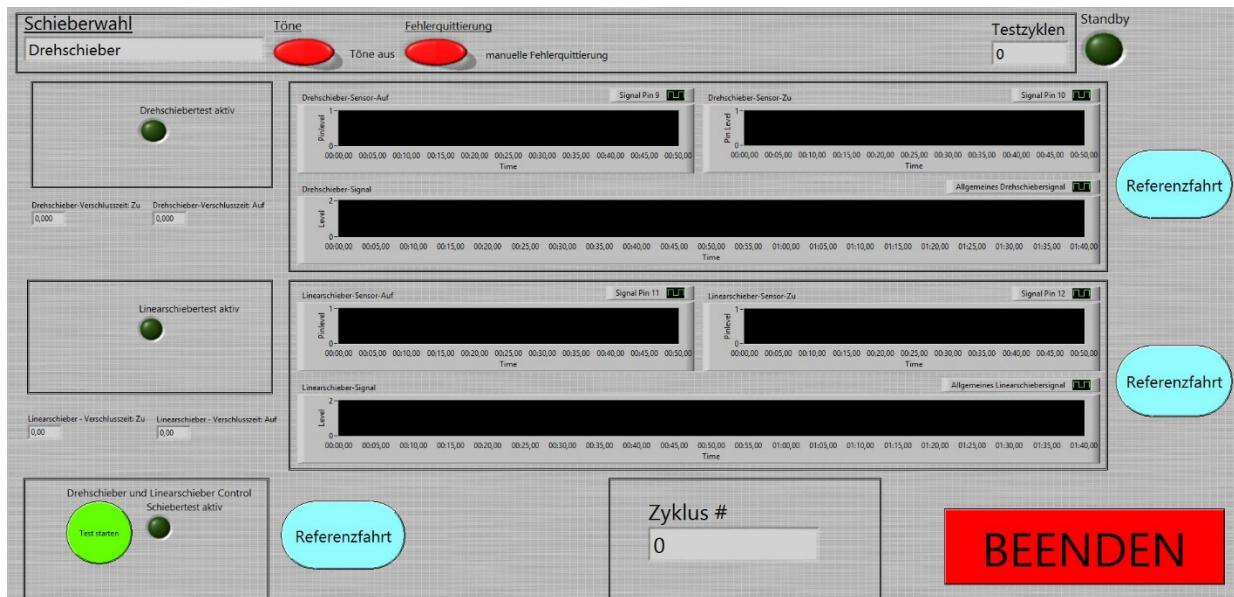


Abbildung 45: Panel für den Automatikbetrieb

Um überflüssiges Polling zu vermeiden, welches den Arbeitsspeicher und die CPU stark belastet, wurde auf Event – basierte Programmierung zurückgegriffen. Diese bildet somit den Hauptteil der Software. Dies erhöht die Reaktivität des Programmes. Jeder Button wird mit Hilfe einer Eventstruktur umgesetzt, die jeweils das gewählte Ereignis behandelt.



Abbildung 46: Eventstruktur



Um das Programm übersichtlich zu halten wurden vielmals Sub VIs erzeugt. Diese Programmteile können wie Methoden in anderen Programmiersprachen, in den Programmfluss eingebunden werden und verhindern doppelten Code. Eines dieser VIs ist das Unterprogramm „Initialisieren“. Hier wird die Pinbelegung des Arduino festgelegt. Es wird eingestellt welche Pins Input bzw. Output sind.

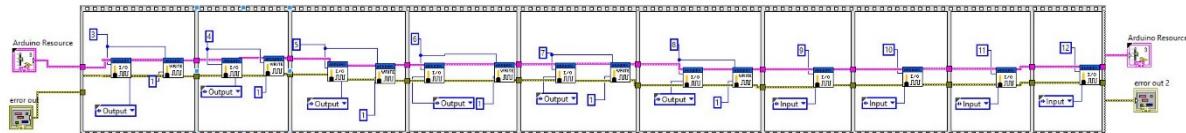


Abbildung 47: Sub VI Initialisieren

Der Standardzustand wird in der Sub VI „Idle“ festgelegt. Dies betrifft im Besonderen die Beschaltung der Relais. Im ersten Schritt der Sequenz wird den Relaiskarten mit Spannung versorgt. Daraufhin wird jedes einzelne Relais auf Masse geschaltet. Da die Schaltungseingänge invertierend sind, wird auf diese Pins eine Spannung von 5V, ein digitales High, ausgegeben.

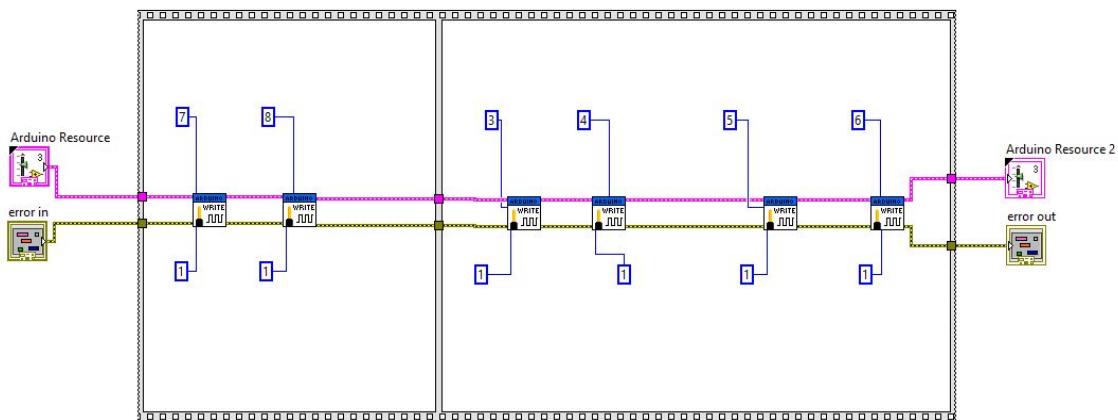


Abbildung 48: Sub VI Idle



Die Referenzfahrt wurde auch als Unterprogramm umgesetzt. Diese Sub VI bekommt zwei Inputparameter. Dadurch konnte die Referenzfahrt beider Schieber in einer Methode umgesetzt werden. Anders als die normale Fahrt im Hauptprogramm ist die Referenzfahrt so umgesetzt, das der Schieber solange eine Öffnungsfahrt durchführt, bis der jeweilige „Auf – Sensor“ die Position des Schiebers erkennt.

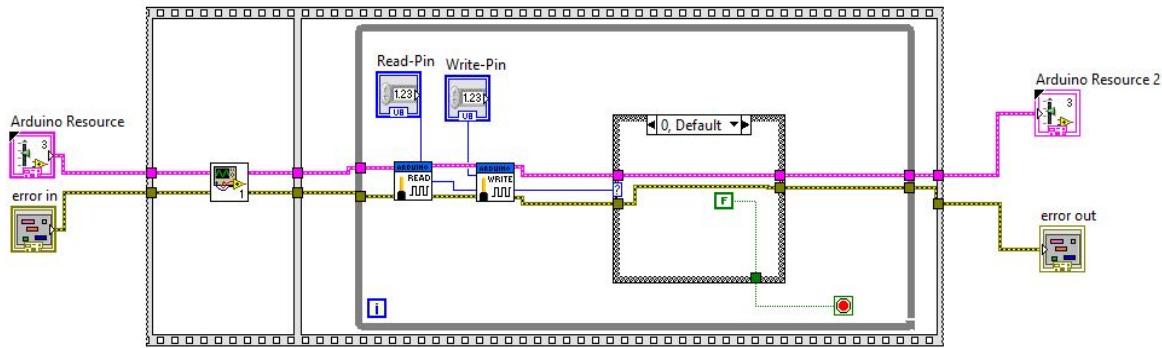


Abbildung 49: Sub VI Referenzfahrt

Wenn im Einstellungsmenü der einzelnen Betriebsarten die Abspeicherung der Messdaten und ein Speicherpfad ausgewählt wurden, wird während des Betriebes eine CSV – Datei im angegebenen Speicherpfad mit den Messwerten erstellt. In der zweiten Spalte wird der Zyklus, in der dritten und vierten jeweils, das Datum und die Uhrzeit an dem der Zyklus gefahren wurde, abgespeichert. Die fünfte Zeile zeigt die Fahrzeit an, und war besonders zur Validierung des Projektes wichtig. Die vorletzte Spalte speichert, welcher Schieber die Fahrt getätigt hat und die Letze, in welche Richtung die Bewegung ausgeführt wurde.



Zyklus #	1	20.06.2016	10:35	1,081 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	ZU-Fahrt
Zyklus #	1	20.06.2016	10:35	1,134 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	AUF-Fahrt
Zyklus #	2	20.06.2016	10:35	1,054 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	ZU-Fahrt
Zyklus #	2	20.06.2016	10:35	1,098 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	AUF-Fahrt
Zyklus #	3	20.06.2016	10:35	1,082 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	ZU-Fahrt
Zyklus #	3	20.06.2016	10:35	1,113 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	AUF-Fahrt
Zyklus #	4	20.06.2016	10:35	1,073 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	ZU-Fahrt
Zyklus #	4	20.06.2016	10:35	1,117 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	AUF-Fahrt
Zyklus #	5	20.06.2016	10:36	1,098 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	ZU-Fahrt
Zyklus #	5	20.06.2016	10:36	1,097 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	AUF-Fahrt
Zyklus #	6	20.06.2016	10:36	1,065 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	ZU-Fahrt
Zyklus #	6	20.06.2016	10:36	1,09 [s]	Fahrzeit	Drehschieber	AUF-Fahrt

Abbildung 50: Messdatenausgabe

Diese Datei kann später in Excel geöffnet werden, und dort zur Visualisierung der Messwerte oder zu Erzeugung eines Graphen genutzt werden.

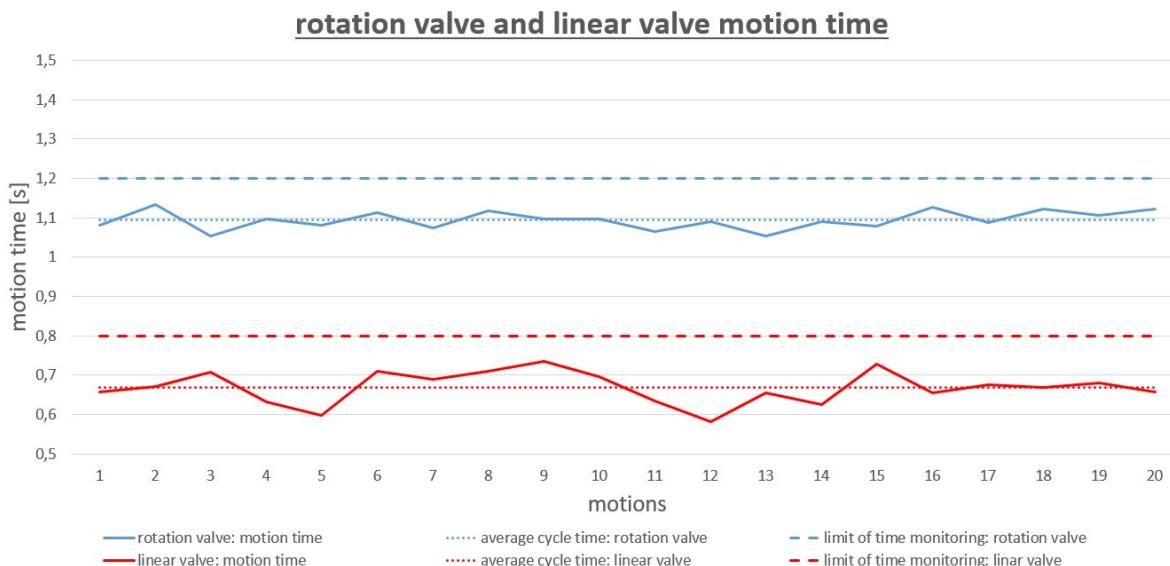


Abbildung 51: Graphische Darstellung der Messwerte

Falls in den Einstellungen die Abspeicherung der Fehler mit entsprechendem Speicherpfad ausgewählt wurde, wird automatisch eine Text – Datei erzeugt, welche für jeden auftretenden Fehler eine spezifische Meldung in die Logdatei schreibt.

Neben der Fehlermeldung wird der Zyklus, sowie Datum und Uhrzeit, an dem der Fehler auftrat, abgespeichert. Durch diese Datei kann genau analysiert werden, wie die Fehler im System liegen.



```
Zyklus #13 Mi, 15. Jun 2016 08:40:43   Der Linearschieber konnte nicht geschlossen werden. (ZU - Position nicht angefahren)
Zyklus #13 Mi, 15. Jun 2016 08:40:46   Der Linearschieber war nicht auf der Anfangsposition. (ZU - Referenz nicht erkannt)
Zyklus #14 Mi, 15. Jun 2016 08:40:52   Der Linearschieber konnte nicht geschlossen werden. (ZU - Position nicht angefahren)
Zyklus #14 Mi, 15. Jun 2016 08:40:55   Der Linearschieber war nicht auf der Anfangsposition. (ZU - Referenz nicht erkannt)
Zyklus #15 Mi, 15. Jun 2016 08:41:03   Der Drehschieber konnte nicht geöffnet werden. (AUF - Position nicht angefahren)
```

Abbildung 52: Auszug aus dem Fehlerlog

Die Software bietet vollkommene Unterstützungen, Hilfe für Bediener und Automatisierung. Sie schafft durch große Auswahl der Einstellungsmöglichkeiten, Flexibilität und Unterstützung für die beiden Verschlusschieber, sowie die Möglichkeit der Abspeicherung aller wichtigen Daten.



4.8 Zeitplan

Work Package	Calendar Week														Release		
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Status
Kick-off Meeting																	
Milestone 1: Planning																	
Set-up Process Documentation																	
Literature research																	
Set-up Roadmap																	
Finalize Specifications																	
Milestone Review: Planning																	released 04.04.16
Milestone 2: Execution																	
Identify project priorities																	
Concept development and evaluation																	
Development Hardware																	
Development Software																	
Development Electronics																	
Define Production Process																	
Prototyping																	
Verification/Validation (Testing)																	
Optimization																	
Milestone Review: Execution																	released 10.06.16
Milestone 3: Completion																	
Poster																	
360° Meeting																	
Project Presentation																	
Project Report																	
Finalize Process Documentation																	
Milestone Review: Completion																	released 07.07.16
Product Show																	

Abbildung 53: Zeitplan

Wie aus der Abbildung ersichtlich, wurde der zu Beginn des Projektes festgelegte Zeitplan über alle Phasen des Projektes eingehalten und alle Meilensteine zu der jeweils festgelegten Frist abgeschlossen.



5 Ergebnisse

Nach der Fertigstellung der Steuersoftware und einer Abschlussüberprüfung konnte in die Test- und Validierungsphase übergegangen werden. Hierzu wurden uns Räumlichkeiten bei TTS Cleantec zu Verfügung gestellt. Um eine vollständig autonome Testphase zu garantieren, wurden verschiedene Sensoren angebracht, zum Beispiel thermische Sensoren an den Gehäusen der Motoren, um eine Überhitzung frühzeitig zu erkennen, und Sensoren zur Überwachung des Staubsaugerunterdrucks. Somit konnten nahezu reale Arbeitsbedingungen simuliert werden und eine nutzungsnahe Testphase durchgeführt werden. Beide Schieber wurden mit dem „Automatikbetrieb“ der programmierten Steuersoftware getestet.

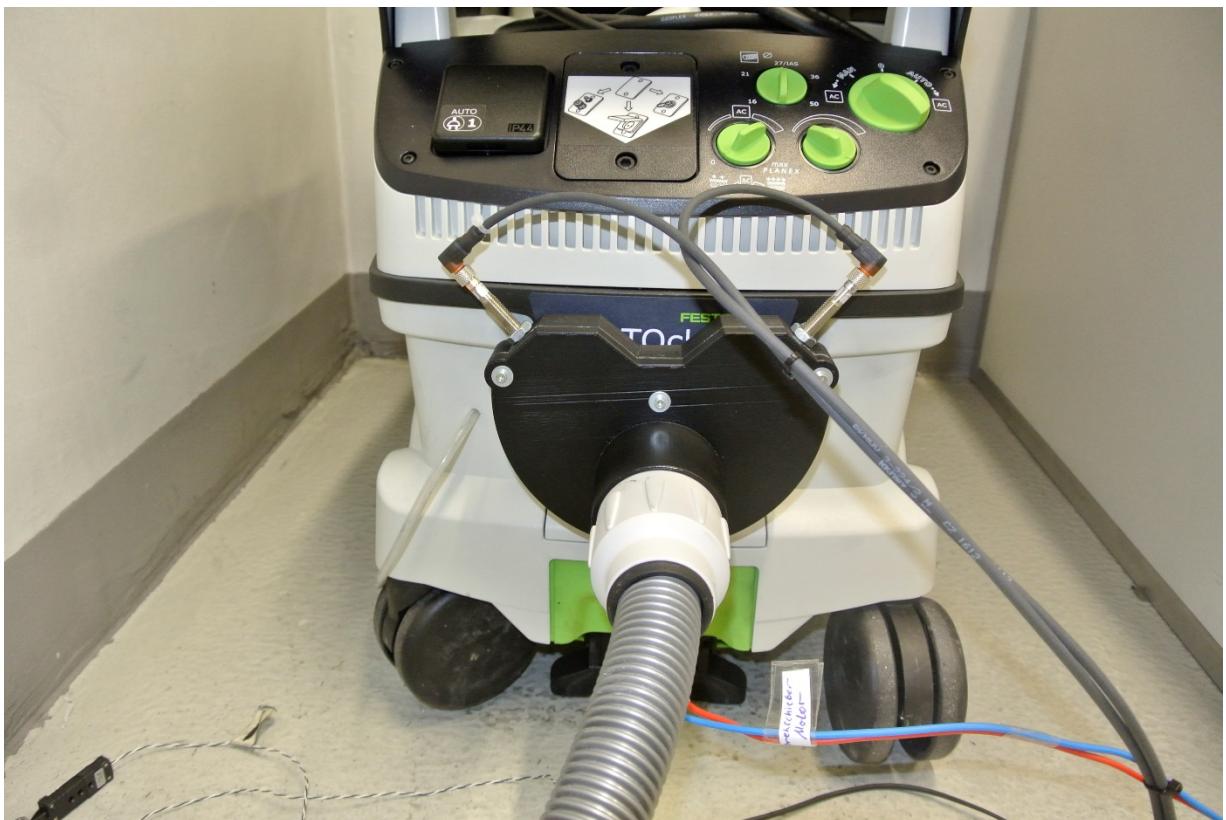


Abbildung 54: Drehschieber, angeschlossen an Staubsauger (Testphase)



Abbildung 55: Linearschieber, angeschlossen an Staubsauger (Testphase)

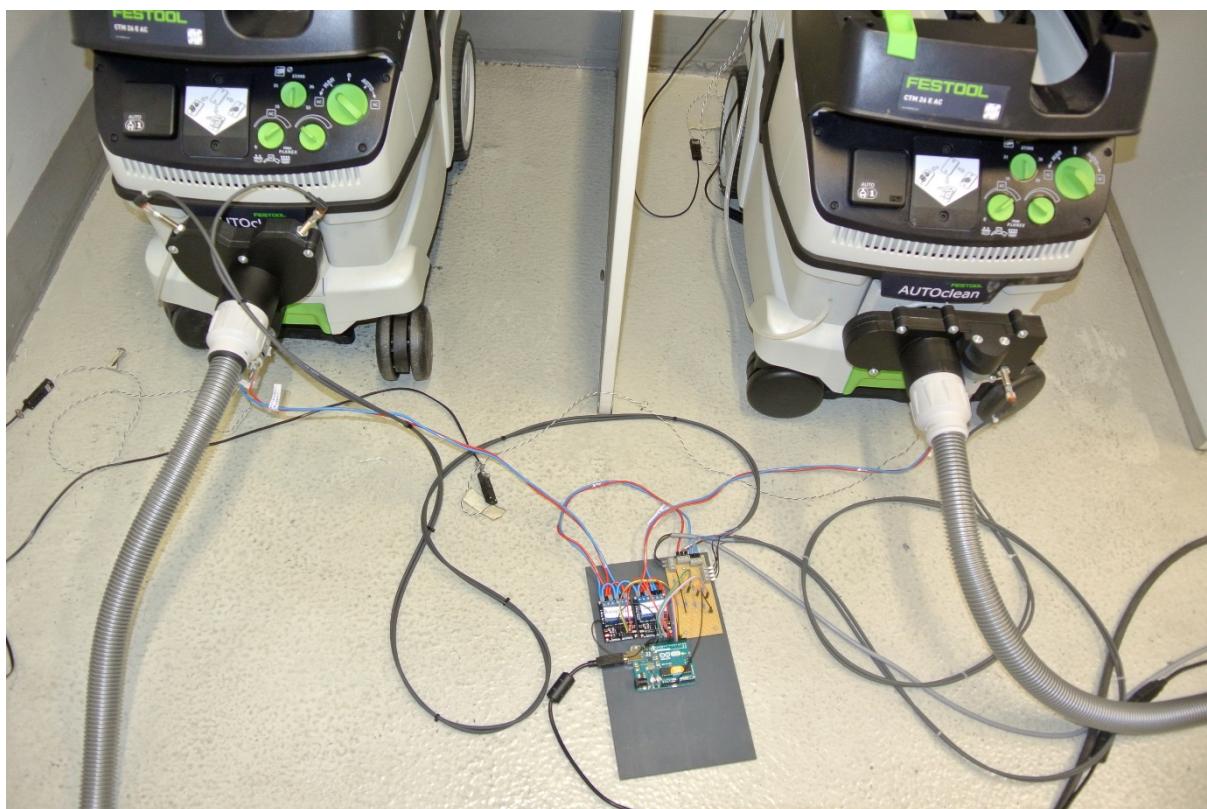


Abbildung 56: Gesamtaufbau während der Testphase



Wie in untenstehender Tabelle ersichtlich wurden nahezu alle wichtigen Anforderungen aus der Anforderungsliste von TTS Cleantec erfüllt.

	rotation valve	linear valve	requirement
size/ length	166 mm	218 mm	< 240 mm
tightness	> 260 mbar	> 260 mbar	> 260 mbar
cycle time	~ 1,0944 s	~ 0,66805 s	< 2.5 s
lifetime	10000 cycles	25000 cycles	> 100.000 cycles
costs	315.20 €	347.40 €	300 € per valve
interface	USB	USB	USB or RS232
PLC	LabVIEW	LabVIEW	LabVIEW or Logo
dust stress test	not executed	not executed	not specified
components	drive and sensors	drive and sensors	similar

Tabelle 2: Zusammenfassung der erreichten Ergebnisse

Die Baugröße der Schieber sollte kleiner als 240 mm sein, was von beiden Schiebern eingehalten wurde.

Beide Prototypen erreichen nach dem Zufahren den vollen Unterdruck von 260 mbar.

Die Zykluszeit beträgt weniger als die Hälfte des in der Anforderungsliste geforderten Wertes.

Die Lebensdauer von 100.000 Zyklen wurde aufgrund des Defekts des verwendeten Relaismodules leider nicht erreicht. Im Datenblatt (siehe Anhang) des Relaismodules war eine Lebensdauer von 100.000 Zyklen bei 10 A Schaltstrom angegeben, die bei einem Schaltstrom von unter einem Ampere für beide Schieber hätte erreicht werden müssen.

Die jeweiligen Kosten der Schieber liegen geringfügig oberhalb des zuerst spezifizierten Wertes von 300 €. In Absprache mit TTS Cleantec sind die verursachten Kosten aber trotzdem noch in einem akzeptablen Rahmen. Die teuersten Teile waren die Gehäuseteile aus dem 3D-Drucker (siehe Ausgaben).



Als Schnittstelle wurde für beide Prototypen USB verwendet und beide wurden mit LabVIEW programmiert.

Der Staubtest wurde in Absprache mit TTS Cleantec nicht durchgeführt.

Für beide Prototypen wurden die gleichen Komponenten für den Antrieb und die gleichen Sensoren verwendet.

Insgesamt wurden zwei funktionsfähige Prototypen realisiert, die der Firma TTS Cleantec zur Weiterentwicklung eines elektrisch angetriebenen Schiebers dienen.



6 Diskussion und Ausblick

Da im Laufe des Tests im Versuchslabor der Firma TTS Cleantec Probleme auftraten, sollen diese im Folgenden kurz dargestellt und im Hinblick auf den weiteren Verlauf des Projektes mögliche Lösungen vorgestellt werden.

6.1 Problem: Relaismodul

Im Laufe des Dauertests schaltete das Relaismodul zum Ansteuern der Motoren erst nicht mehr korrekt und fiel am Ende ganz aus. Laut Datenblatt (siehe Anhang) werden vom Hersteller 100.000 Schaltzyklen bei 10 A Schaltstrom gewährleistet. Im Laufe des Versuchs wurden allerdings nur ca. 25.000 Schaltzyklen bei unter 1 A Schaltstrom erreicht.



Abbildung 57: Relaismodul

Eine mögliche Lösung wäre die Verwendung des original Arduino Drive Motorshield zur Ansteuerung der beiden Motoren.

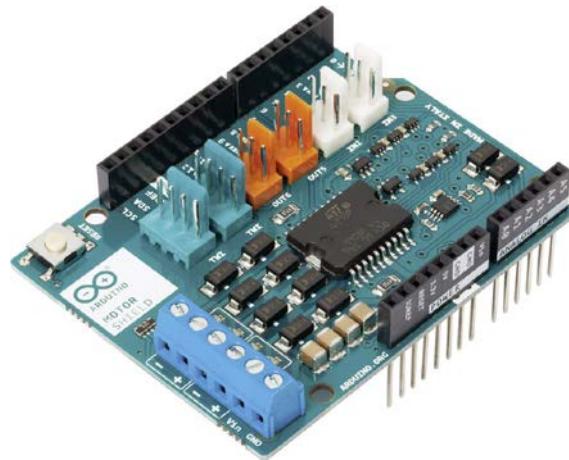


Abbildung 58: Arduino Drive Motorshield

6.2 Problem: Ritzelbefestigung

Ein weiteres Problem war die Befestigung des Ritzels auf der Motorwelle. Dies wurde mit einem Passstift ausgeführt, der jedoch im Lauf des Dauertests abgeschert wurde.

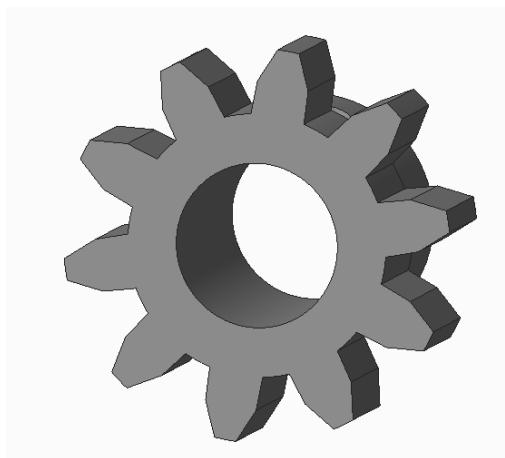


Abbildung 59: aktuelle Ritzelform

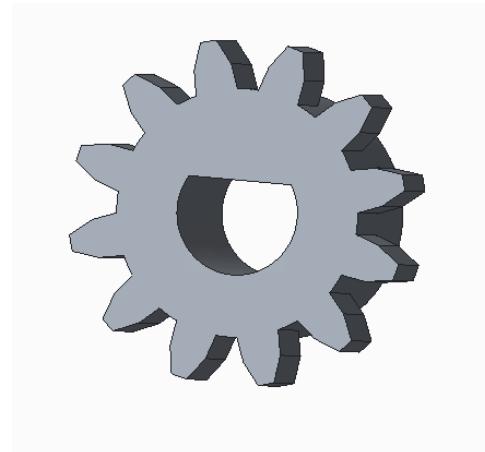


Abbildung 60: Ritzel mit D – Bohrung

Um die auf den Passstift wirkende Belastung zu reduzieren, wäre eine Formänderung des Ritzels von der bisherigen Form mit gewöhnlicher Bohrung hin zu einer D-förmigen Bohrung (siehe obige Abbildung sinnvoll. Die Motorwelle besitzt hierfür bereits die entsprechende Form. Da das Zahnrad aber fertig zugekauft wurde, konnte dies im Vorfeld nicht mehr realisiert werden.

6.3 Problem: Sensorposition am Drehschieber

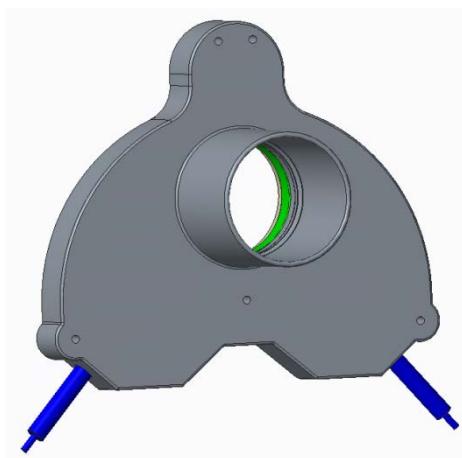


Abbildung 61: Drehschieber aktuelle Sensorposition



Beim Drehschieber fährt der Schieber im Inneren sowohl bei der Öffnungs- als auch bei der Verschlussbewegung manchmal auf die Sensoren auf. Dieses Problem entsteht durch die lange Signalverarbeitungszeit über den Arduino und LabVIEW und das Nachlaufen der Motoren.

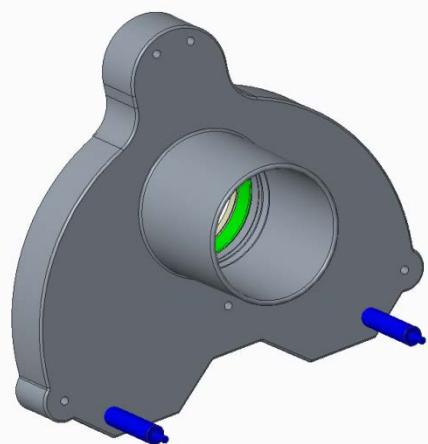


Abbildung 62: Mögliche Sensorposition am Drehschieber

Bei geänderter Sensorposition wie in obiger Abbildung dargestellt, ließen sich die Relais früher schalten und die lange Signallaufzeit und der Nachlauf der Motoren ausgleichen. Dadurch wäre ein Auffahren des Schiebers auf die Sensoren oder die Gehäusewand vermeidbar.

6.4 Problem: Auflösung der CAD-Daten

Beim Konvertieren der CAD-Daten der Bauteile für den 3D-Druck in Step-Dateien wurde die vom Programm voreingestellte Auflösung verwendet. Diese war zu gering und es entstanden beim Drucken vor allem der großen Radien Kanten am Bauteil (siehe Abbildung unten). Dies stellt vor allem ein Problem für die Passgenauigkeit der Bauteile und die spätere Dichtheit der kompletten Prototypen dar.

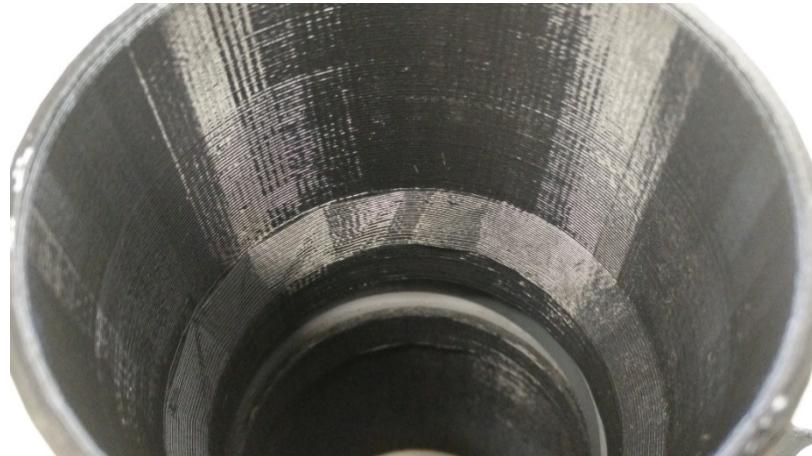


Abbildung 63: 3D-Druck geringe Auflösung

Dieses Problem könnte einfach durch das Erhöhen der Auflösung im CAD-Programm geändert werden. In der unteren Abbildung ist die Verbesserung der Rundheit deutlich zu erkennen.



Abbildung 64: 3D-Druck hohe Auflösung



6.5 Nächste Schritte

Die nächsten Schritte zur Fortsetzung des Projektes wären die Lösung der vorher beschriebenen, im Langzeittest aufgetretenen Probleme, und danach eine Fortsetzung/Vervollständigung des Dauertests bis zum Erreichen der 100.000 Zyklen. Außerdem sollte der dabei auftretende Verschleiß beobachtet und ein Staubtest durchgeführt werden, um das Verhalten unter möglichst realistischen Bedingungen zu simulieren.



7 Projektbewertung

Die Zusammenarbeit mit der Firma TTS Cleantec und unserem Ansprechpartner Fabian Kaiser verlief vorbildlich.

Durch die wöchentlichen Treffen mit unserem Ansprechpartner war eine schnelle Absprache mit der Firma möglich, wodurch alle Phasen des Projektes, insbesondere Auswahl der Lösungen, Bestellung der gewählten Bauteile, Fertigung der Teile im 3D-Drucker und Test der Prototypen immer zeitnah erfolgen konnten.

Durch das Erstellen der CAD-Daten und Zeichnungen für zahlreiche Bauteile konnten die Projektteilnehmer ihre Kenntnisse in dem CAD-Programm Creo Parametric 3.0 vertiefen und erweitern.

Auch die Programmierung mit LabVIEW stellte eine Erweiterung der Softwarekenntnisse dar, da keiner der Teilnehmer vor dem Beginn des Projektes mit dem Programm vertraut war.

Neben Aspekten wie Teamfähigkeit, Kommunikation der Projektteilnehmer untereinander und mit der Firma TTS Cleantec und der Erweiterung des fachspezifischen Wissens nehmen die Teilnehmer vor allem mit, dass ein Produktentwicklungsprozess auch für ein, auf den ersten Blick überschaubares Produkt, wie den Verschlussmechanismus sehr komplex ist und dabei eine Vielzahl von verschiedenen Aspekten beachtet werden muss.

Insgesamt arbeiteten alle Teilnehmer gerne am Projekt und sammelten erste Erfahrung im Bereich Produktentwicklung und Projektmanagement.



8 Literaturverzeichnis

Bücher:

1. Wolfgang Georgi, Ergun Metin; „Einführung in LabView“; Hanser Verlag; 5. Auflage 2012
2. Paul A. Tipler, Gene Mosca; „Physik für Wissenschaftler und Ingenieure“; Springer Spektrum Verlag; 7. Auflage 2012
3. Max Heinzler, Andreas Stephan, Falko Wieneke, Roland Kilgus, Friedrich Näher, Roland Gomeringer, Stefan Oesterle, Claudius Scholer, Volker Menges; „Tabellenbuch Metall“; Verlag Europa Lehrmittel; 45. Auflage 2011
4. Lastenheft Bachelor Projekt 03, WS2015/2016 der Firma TTS Cleantec



9 Anhang

9.1 Ausgaben

Total project budget	600,00 €
Already spent	692,13 €
Remaining amount	92,13 €

Abbildung 65: Gesamtkosten

Item	Order date	Article description	Supplier	Amount
1	26.04.16	2x Getriebemotor 12V 40Ncm	Premium-Modellbau-Bodensee	53,80 €
2	26.04.16	Stirnrad Modul 2 10 Zähne	Mädlar	6,75 €
3	26.04.16	Stirnrad Modul 2 12 Zähne	Mädlar	7,43 €
4	26.04.16	Zahnstange Modul 2 250mm	Mädlar	16,48 €
5	26.04.16	(3D) Gear rack Modul 2 d=76mm	TTS Cleantec	7,40 €
6	10.05.16	Arduino Uno Rev3	Amazon	21,45 €
7	10.05.16	2x Relais-Modul für Arduino	Amazon	11,78 €
8	10.05.16	Male -Female Kabel	Amazon	3,99 €
9	10.05.16	4x Induktiver Sensor M8	Automation24	59,60 €
10	10.05.16	4x Anschlussleitung M8 Kupplung	Conrad	29,16 €
11	15.05.16	(3D) Drehschieber Oberteil	TTS Cleantec	100,90 €
12	15.05.16	(3D) Drehschieber Unterteil	TTS Cleantec	120,30 €
13	15.05.16	(3D) Linearschieber Oberteil	TTS Cleantec	116,30 €
14	15.05.16	(3D) Linearschieber Unterteil	TTS Cleantec	110,50 €
15	15.05.16	(3D) Linearschieber Deckel	TTS Cleantec	18,20 €
16	24.05.16	20x Zylinderschraube mit Innensechskant M3x40	TTS Cleantec	5,31 €
17	24.05.16	2x Zylinderschraube mit Innensechskant M3x8	TTS Cleantec	0,03 €
18	24.05.16	20x Zylinderschraube mit Innensechskant M2x10	TTS Cleantec	2,40 €
19	24.05.16	3x Gewindeschraube Senkkopf mit Kreuzschlitz M3x10	TTS Cleantec	0,01 €
20	24.05.16	32x Unterlegscheibe Form A, 3,2x7	TTS Cleantec	0,07 €
21	24.05.16	9x Sechskantmutter M3	TTS Cleantec	0,03 €
22	24.05.16	2x Spannstift 3mm x 20	TTS Cleantec	0,24 €

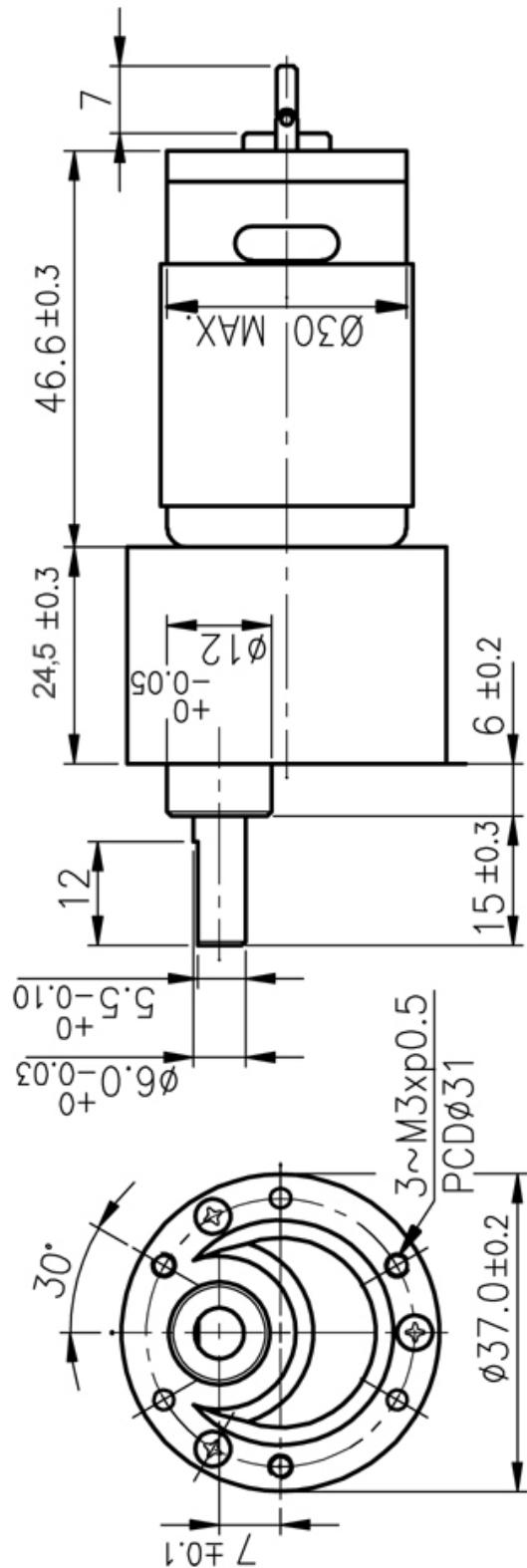
Abbildung 66: Aufstellung aller Einzelkosten

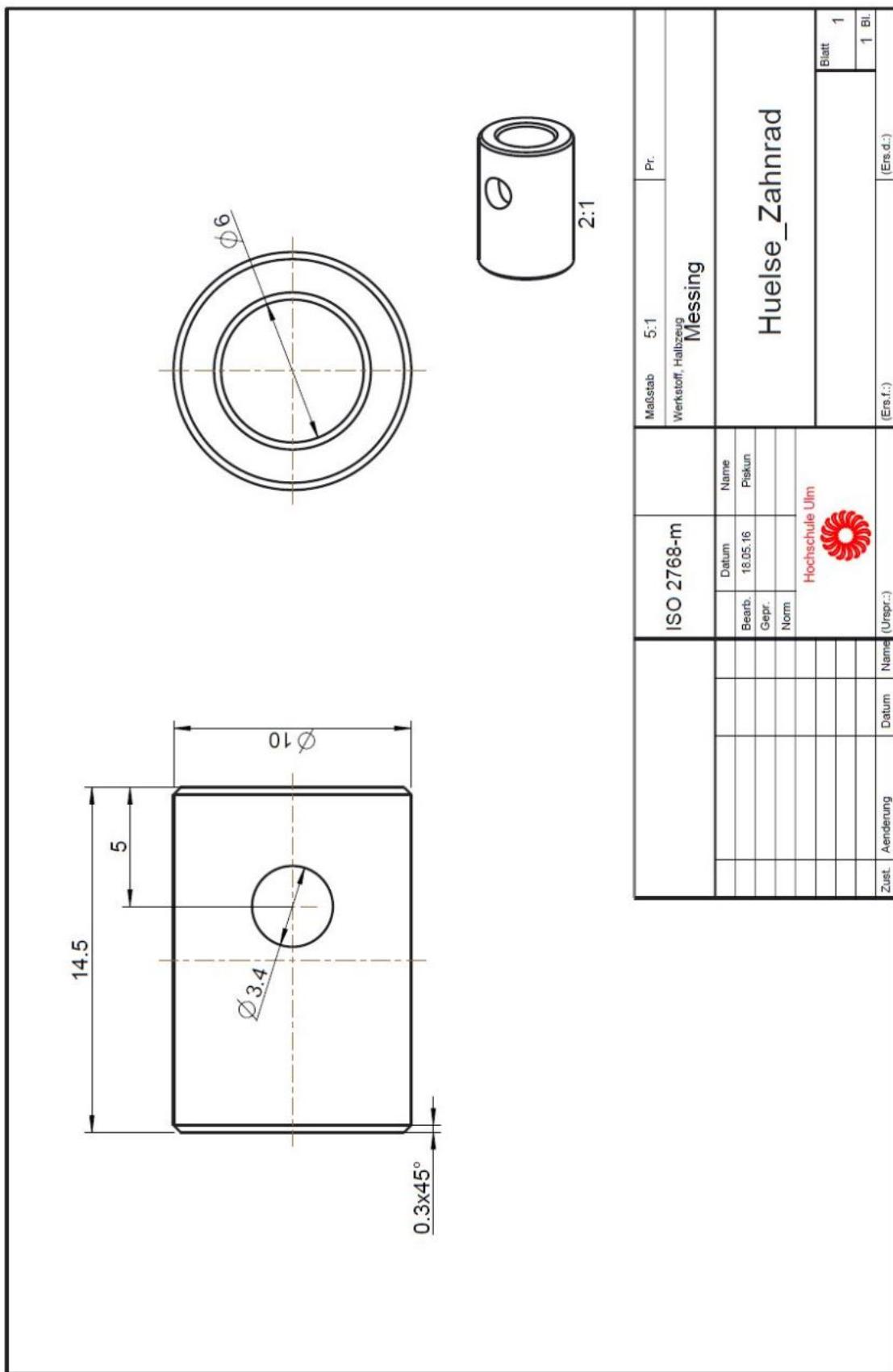
Die Gesamtkosten des Projektes beliefen sich auf 692,13€. Die Kosten teilten sich auf in 315,20€ für den Drehschieber und 347,40€ für den Linearschieber, sowie noch Kosten für andere Kleinteile.

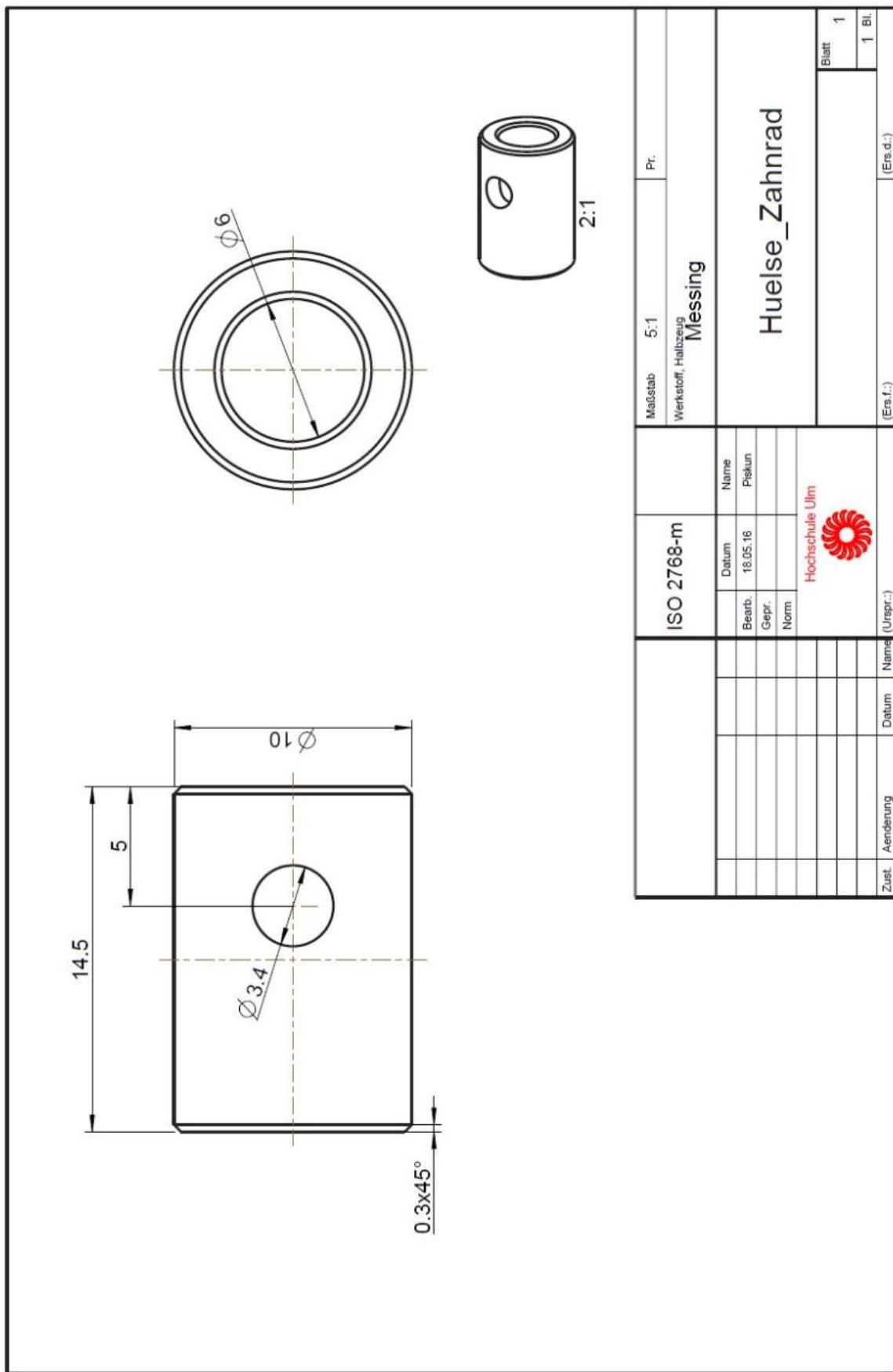
In Absprache mit TTS Cleantec durfte das Budget des Projektes geringfügig überschritten werden.

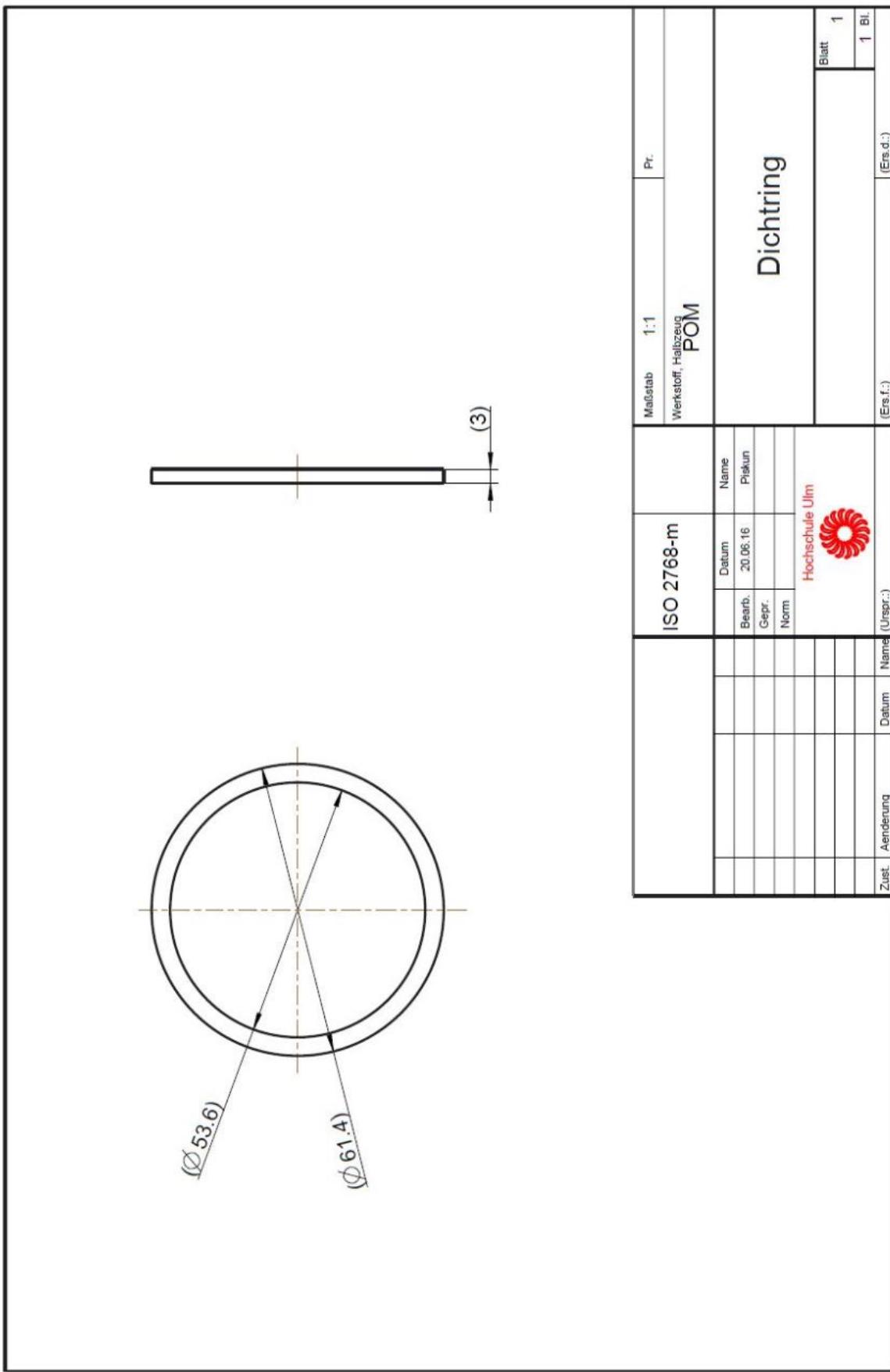


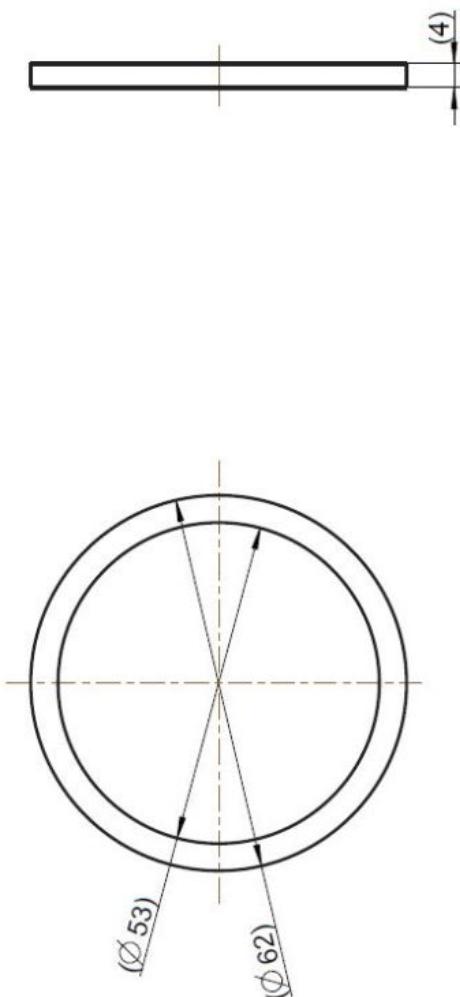
9.2 Technische Zeichnungen

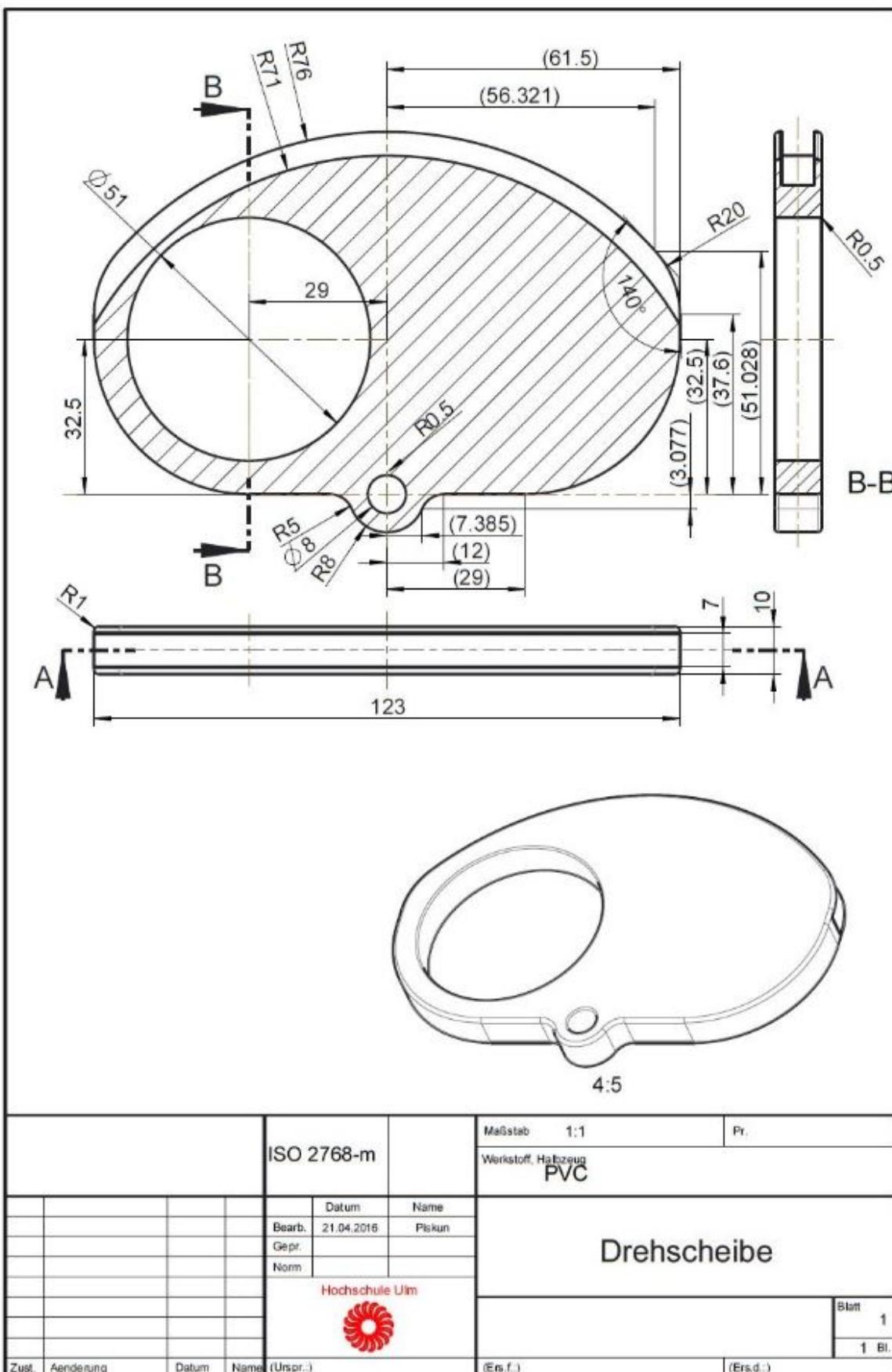


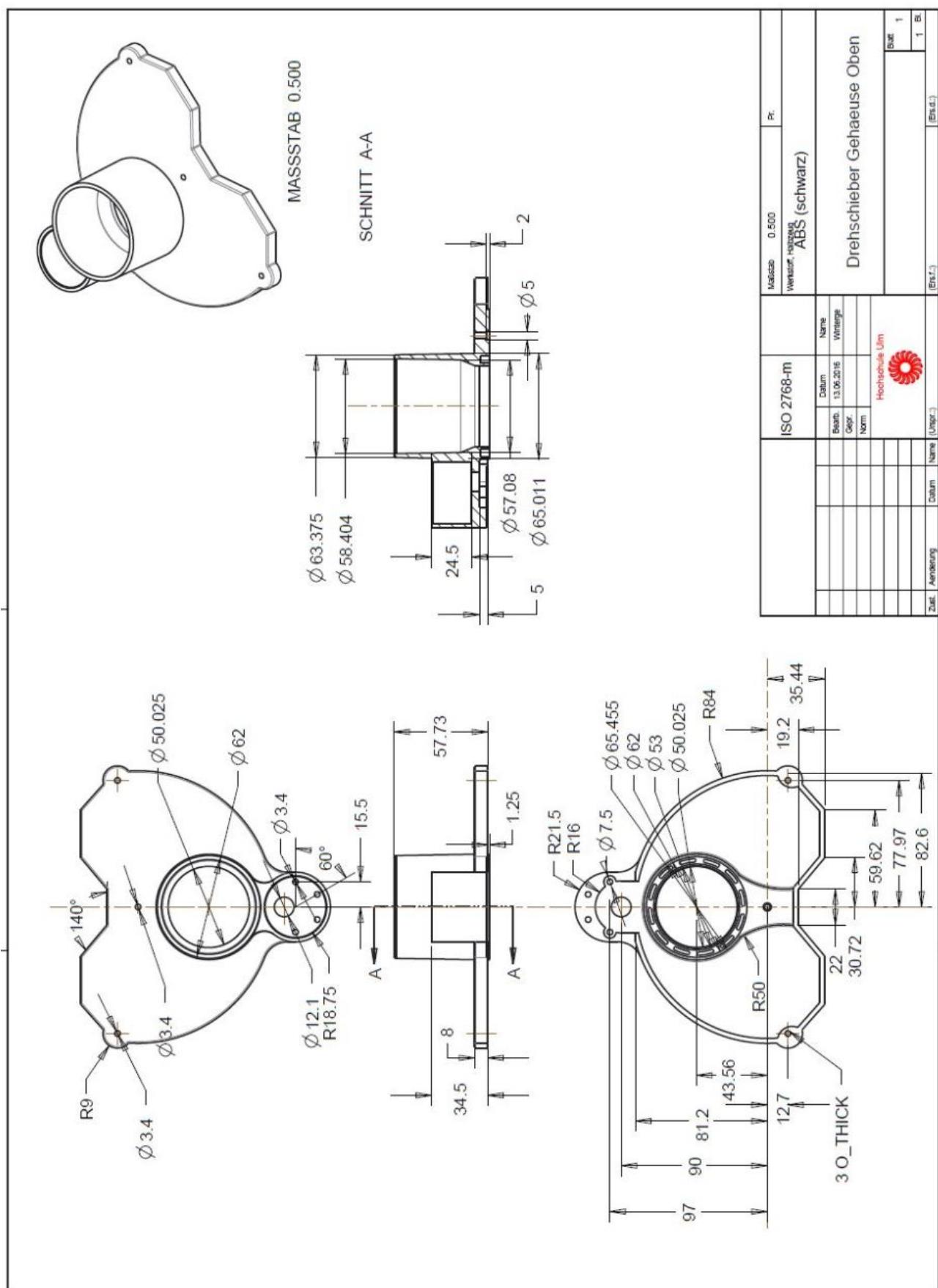


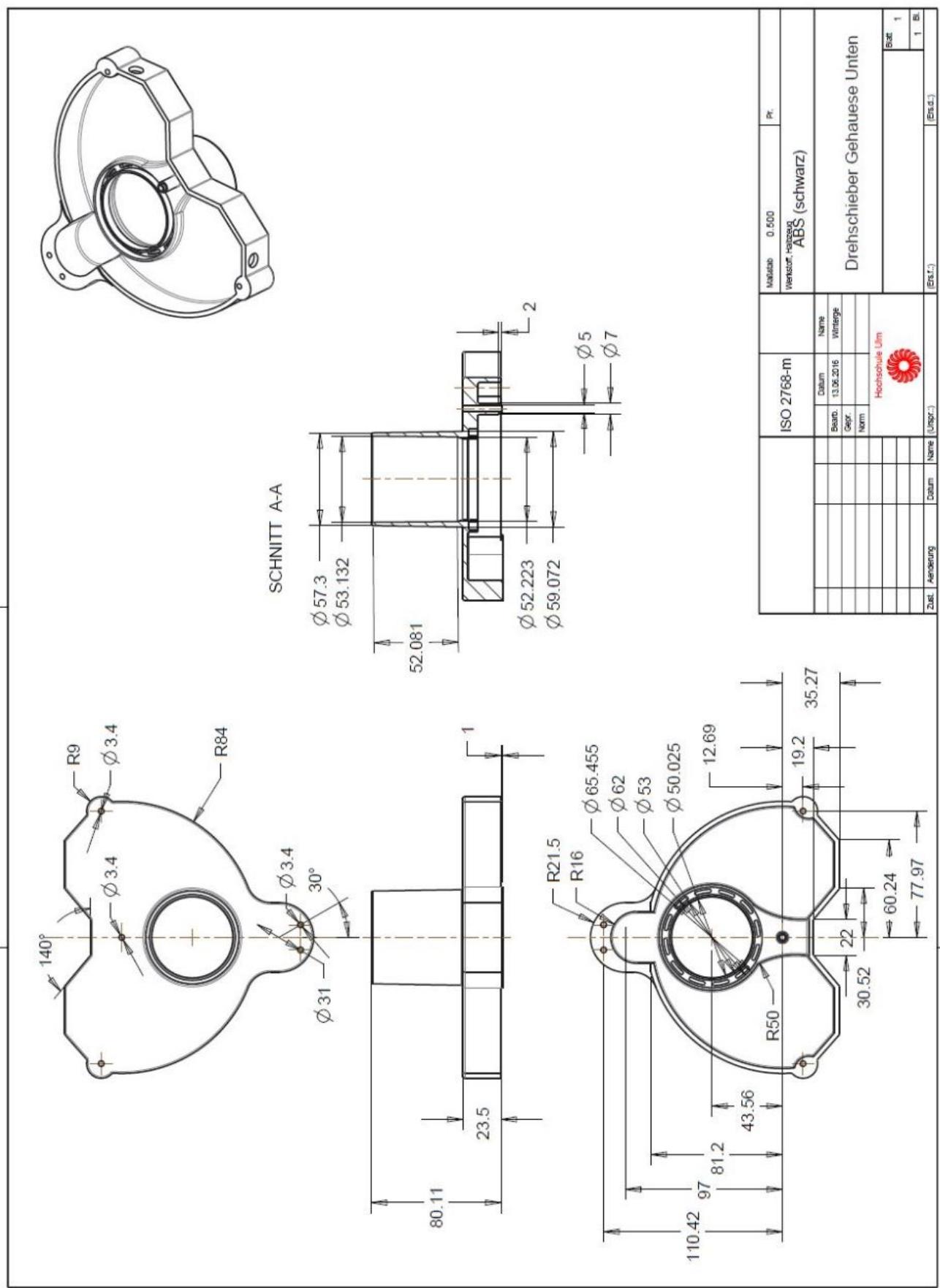


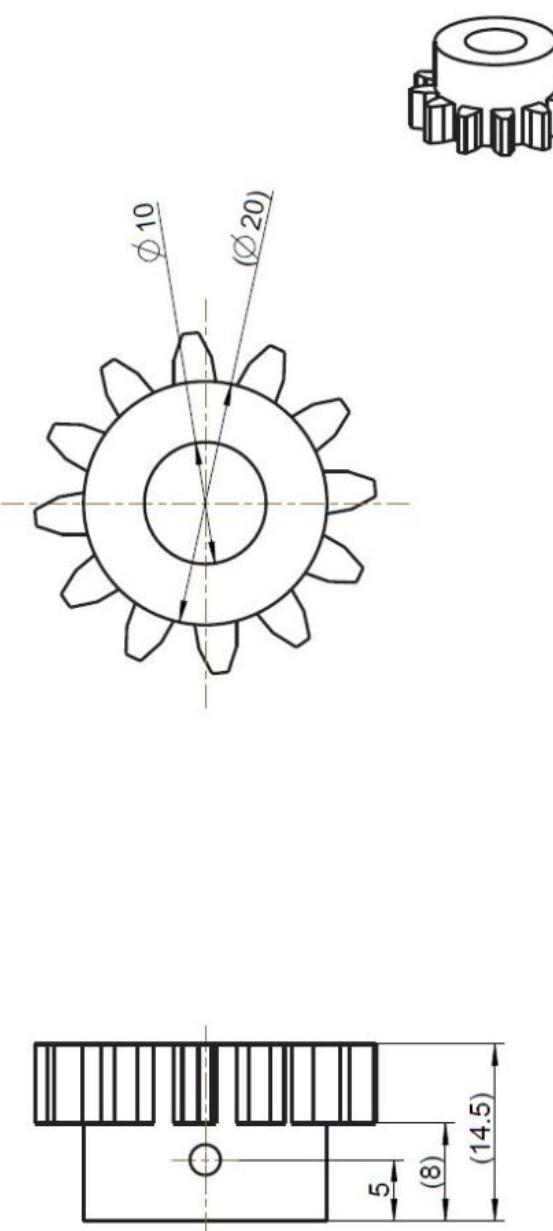


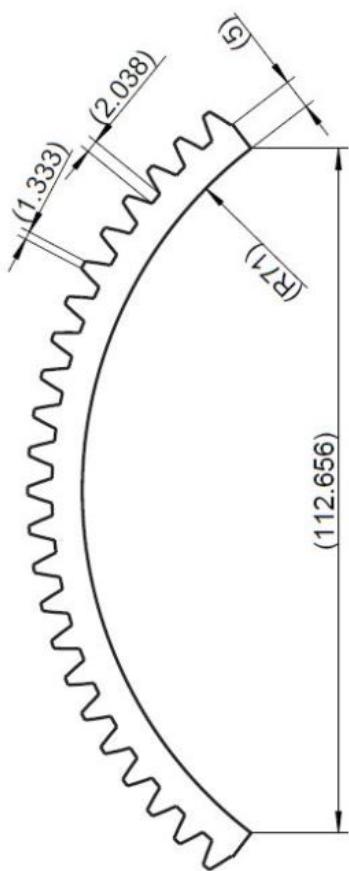


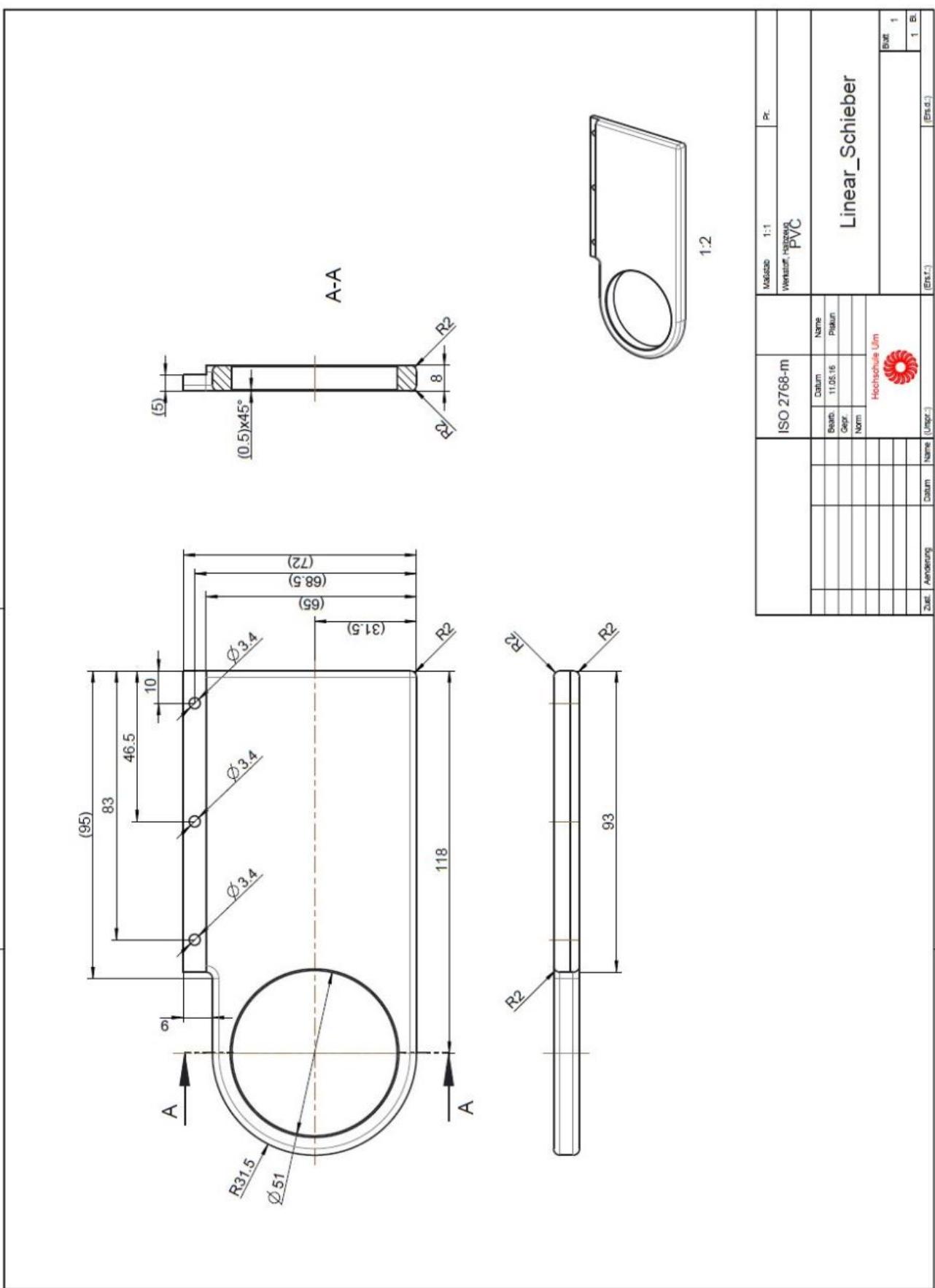


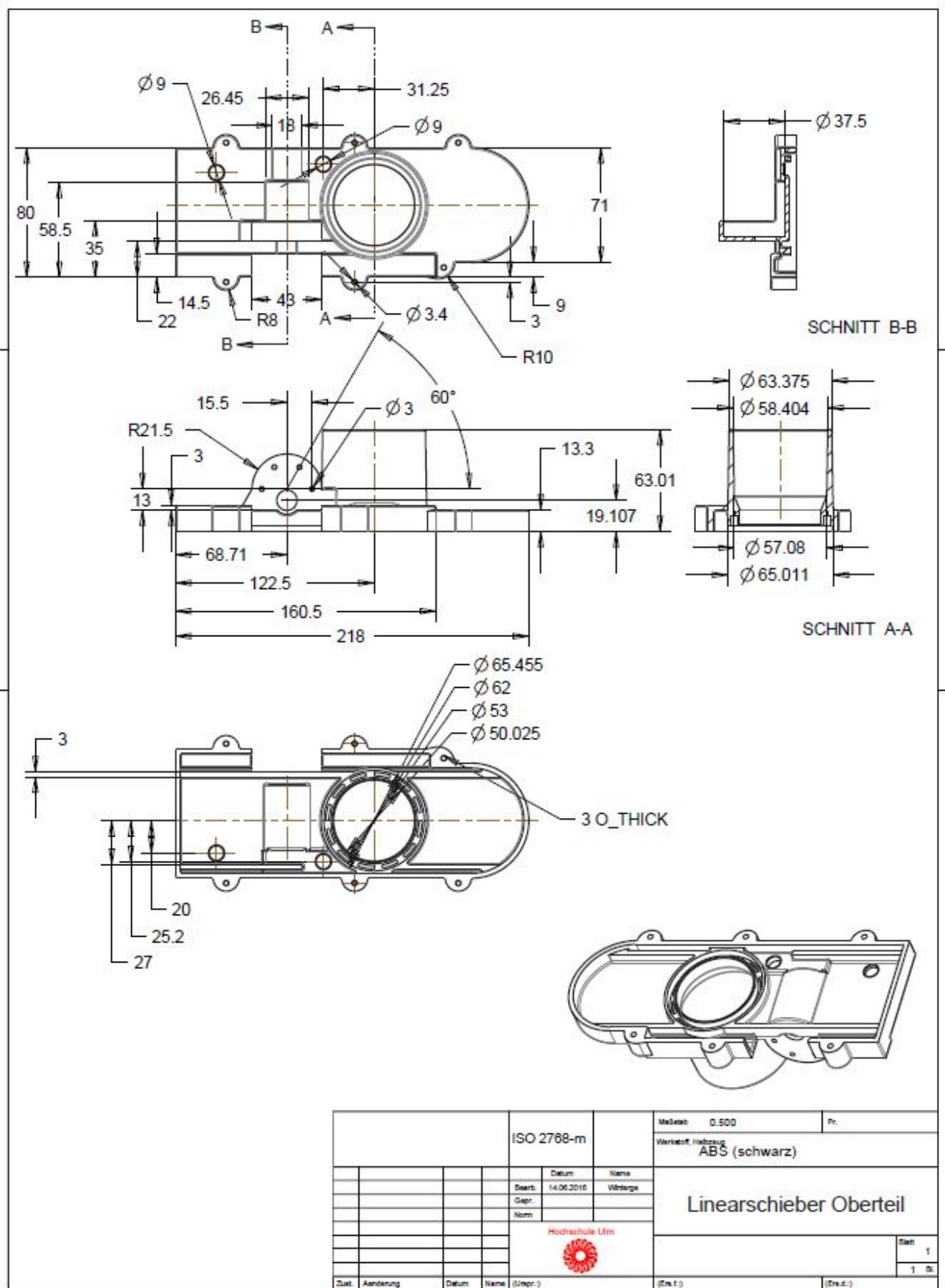


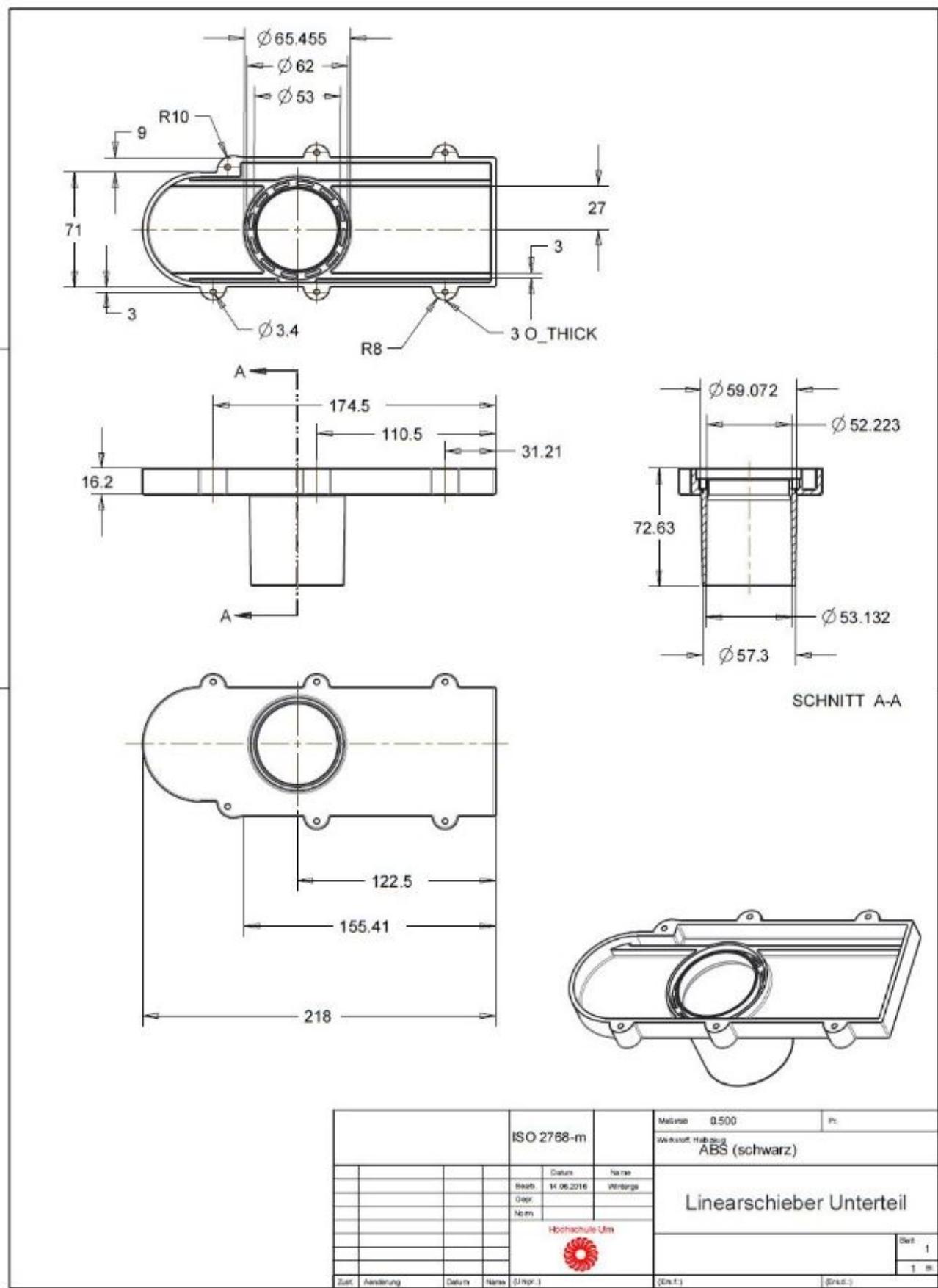


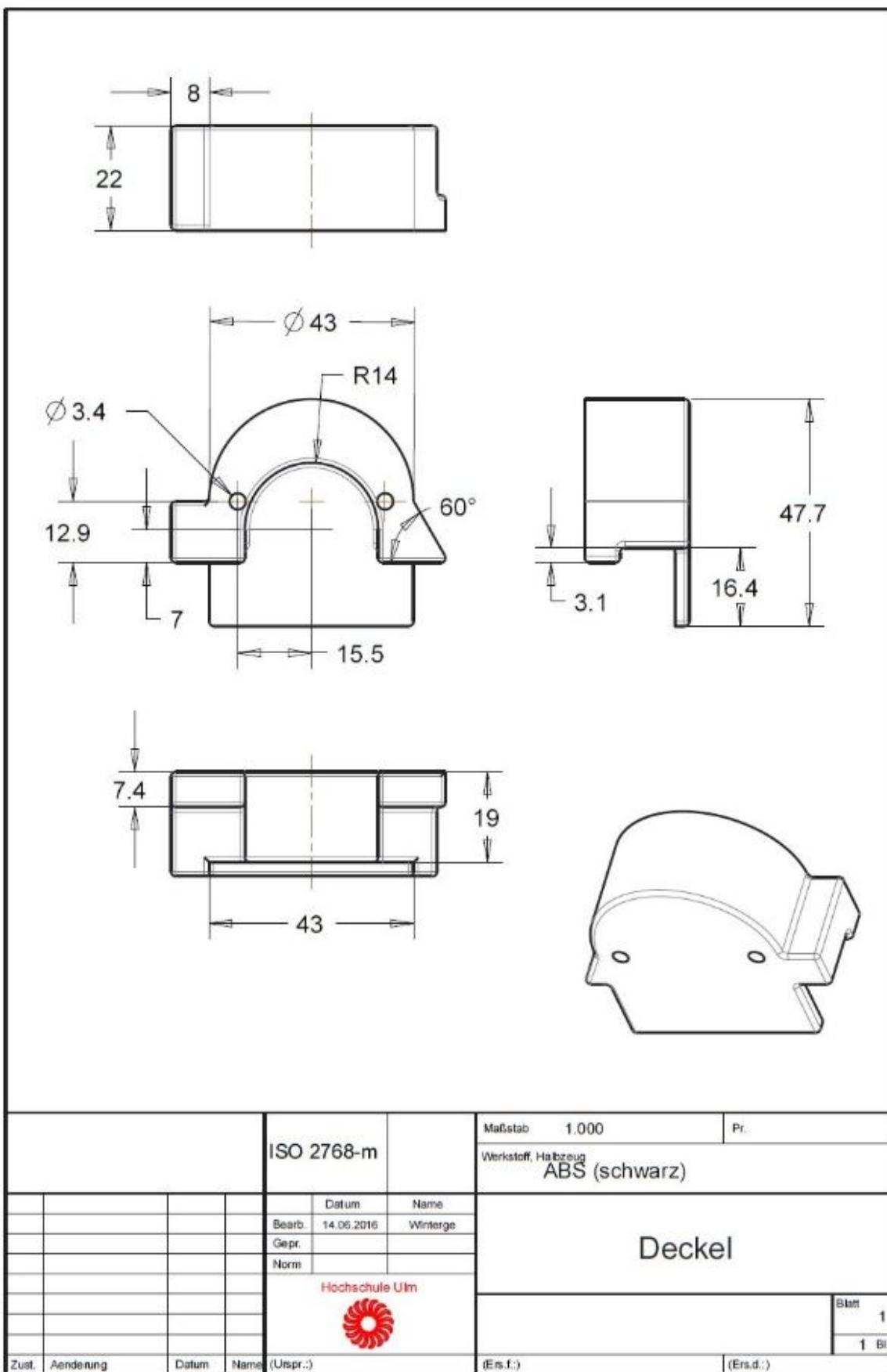


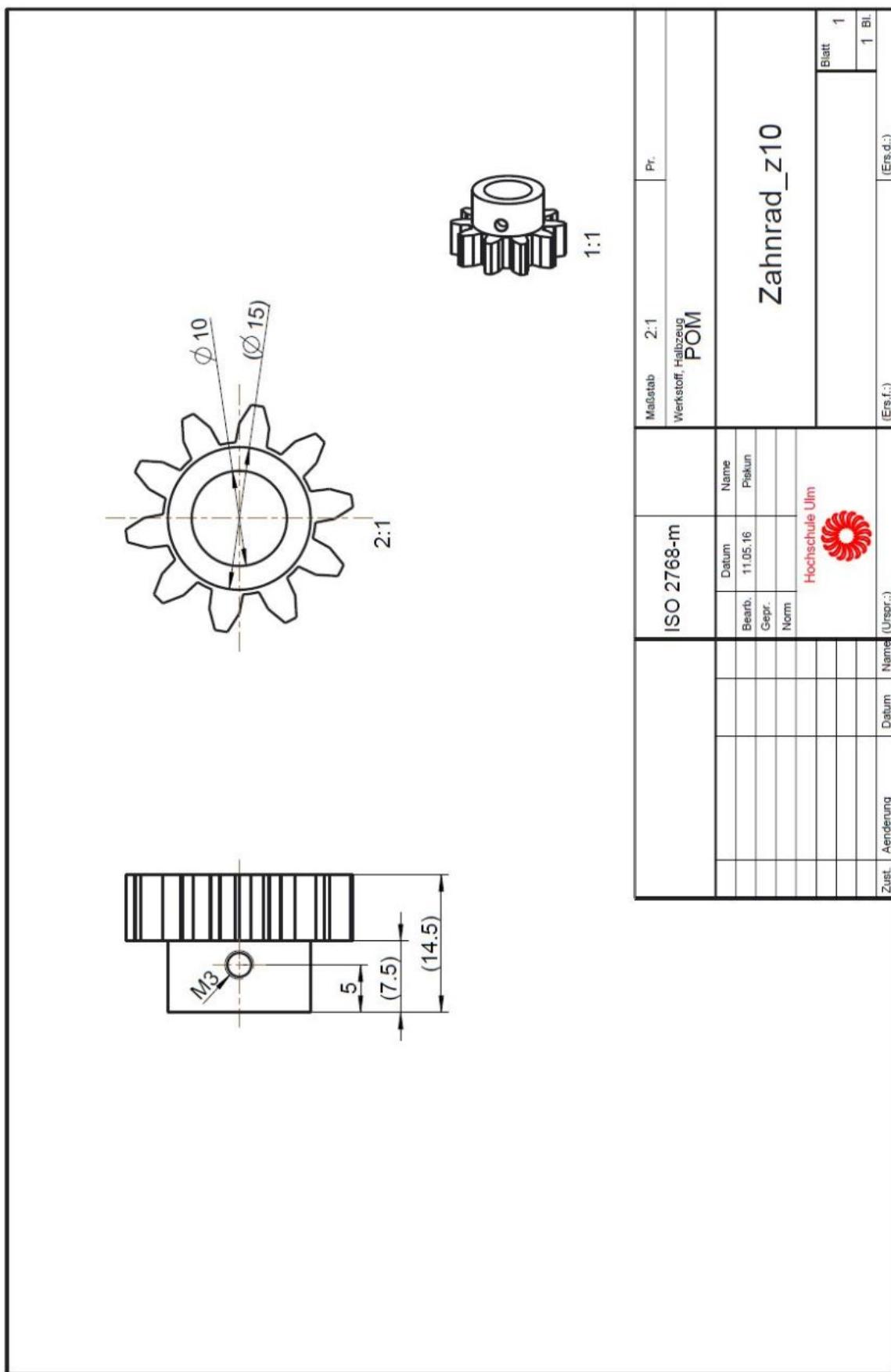


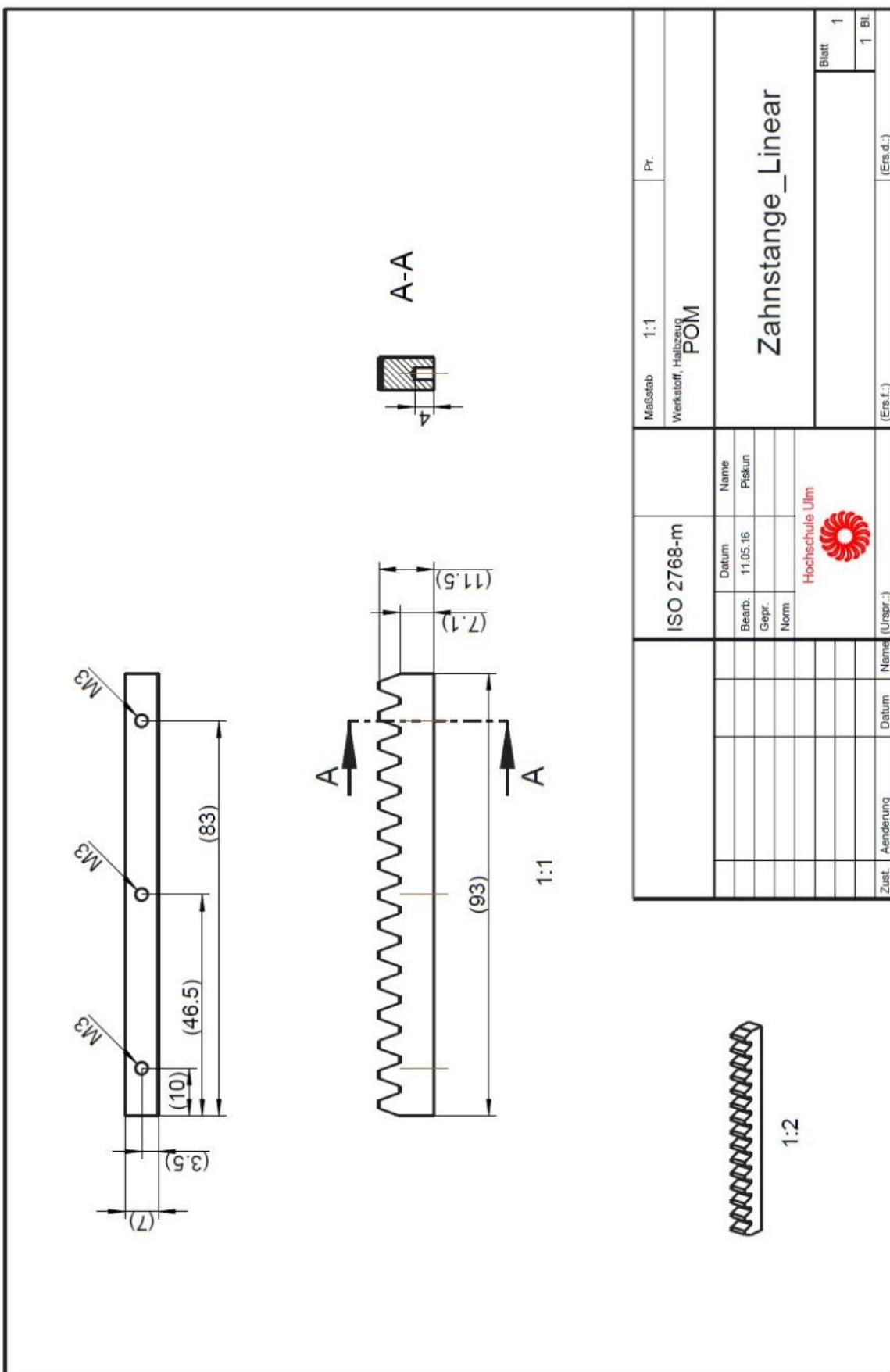










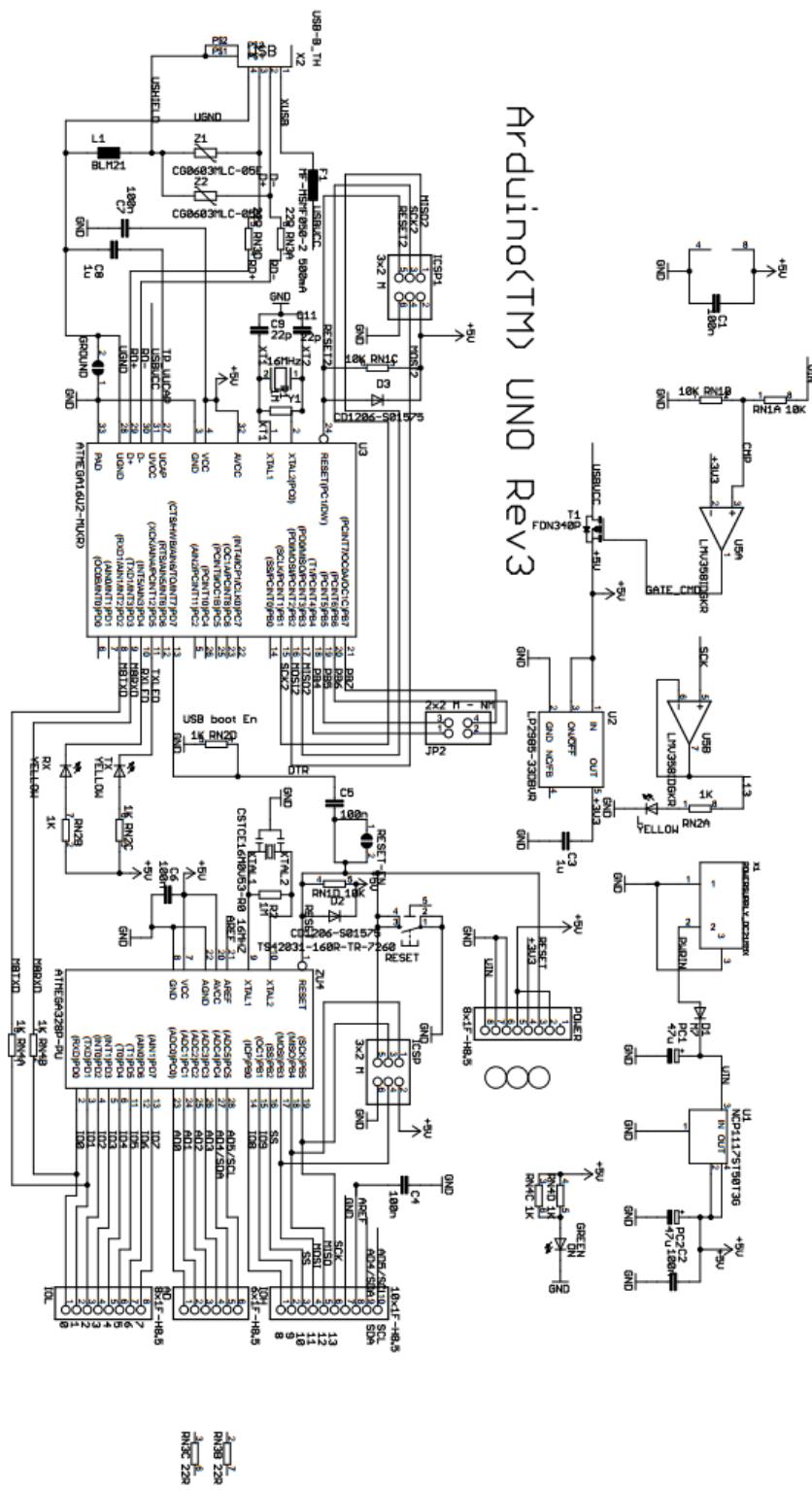




9.3 Datenblätter

Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS. Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information. ARDUINO is a registered trademark.

Use of the ARDUINO name must be compliant with <http://www.arduino.cc/en/Main/Policy>





INDUCTIVE

TUBULAR SENSOR

DATALOGIC™

DATALOGIC AUTOMATION

M8 SERIES

There are millions of inductive sensors deployed in almost every area of factory automation. They detect metal objects contactless and are distinguished by a long operating life and extreme robustness. The Datalogic Automation inductive family provides the right solution to market requirements, offering a wide range of cylindrical and rectangular standard sensors with one or two set switching distances, available also with two, three or four wires connection models, short and standard housing and cable or connector version. Stainless steel version for both harsh environments or for FOOD applications.

**HIGHLIGHTS**

- Wide range: suitable practically for all the industrial applications
- Stainless steel versions: suitable for food applications
- 1X and 2 X operating distances: high detection reliability and precise reading
- 2, 3 or 4 wire connection: flexible connection system to meet customer applications

APPLICATIONS

Automatic warehouse



Transportation lines

Automotive



Packaging lines

**PROXIMITY SWITCHES**

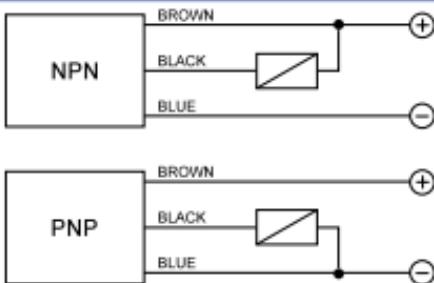


Ø 8

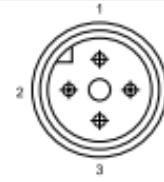
10÷30 V DC - 3 WIRES NPN OR PNP OUTPUT

- Range, 1,5mm to 2mm - flush, non flush
- Short housing models
- Cable or M8 and M12 quick connect models
- Operation LED
- Stainless steel housing

WIRING DIAGRAMS



CONNECTION WITH CONNECTOR M12

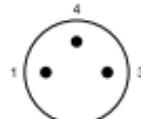


View of quadrupole male connector

CONTACTS CONFIGURATION

Available	1	2	3	4
(NO or NC)	+		-	NO/NC

CONNECTION WITH CONNECTOR M8



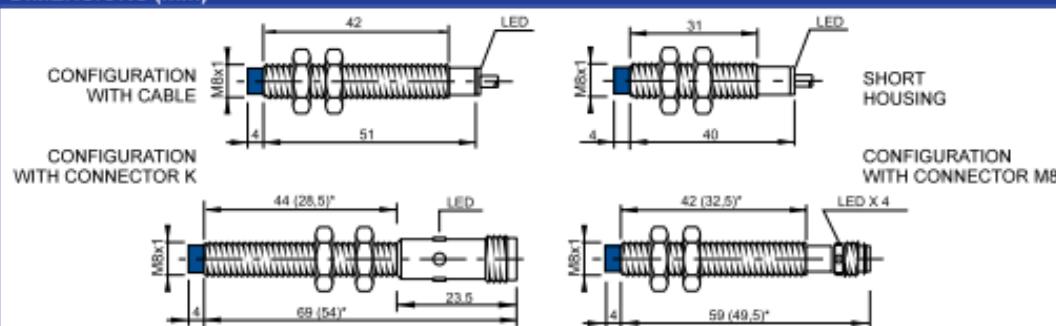
View of triple male connector

CONTACTS CONFIGURATION

Available	Contacts numbers		
	1	3	4
(NO or NC)	+	-	NO/NC



DIMENSIONS (mm)





Ø 8 INCREASED RANGE

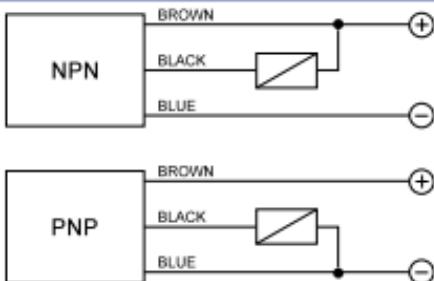
DATALOGIC™

DATALOGIC AUTOMATION

10÷30 V DC - 3 WIRES NPN OR PNP OUTPUT

- Range, 2mm to 3mm - flush, non flush
- Short housing models
- 200mA NPN or PNP
- Operation LED
- Cable or M8 and M12 quick connect models

WIRING DIAGRAMS



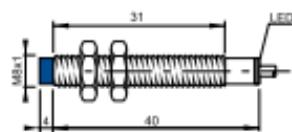
TECHNICAL DATA

	FLUSH	NON FLUSH
NOMINAL SWITCHING DISTANCE (S _n)	2 mm	3 mm
NOMINAL VOLTAGE	10 + 30 VDC (-15 / +10%)	
RESIDUAL RIPPLE	≤ 10%	
HYSTERESIS	< 10%	
MAX. OUTPUT CURRENT	200 mA	
RESIDUAL CURRENT	< 10 mA	
VOLTAGE DROP (Sensor ON)	< 1.2 V (I = 100 mA)	
OPERATION LED	Yellow	
SWITCHING FREQUENCY	500 Hz	
START UP DELAY	≤ 75 ms	
REPEATABILITY	≤ 3%	
SHORT CIRCUIT PROTECTION	Present (self-resetting)	
ELECTRIC PROTECTIONS	Against polarity reversal inductive loads	
TEMPERATURE LIMITS	- 25 + +70 °C	
PROTECTION DEGREE	IP 67	
CABLE LENGTH	2 m	
CABLE SECTION	3 x 0,14 mm ²	
HOUSING MATERIAL	Nickel-plated brass	
WEIGHT - Cable output -	80 g	
WEIGHT - M8 connector output -	40 g	
WEIGHT - M12 connector output -	55 g	

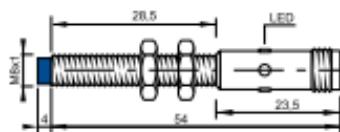
US LISTED

DIMENSIONS (mm)

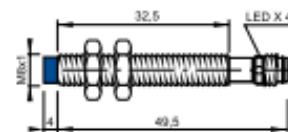
CONFIGURATION
WITH CABLE



CONFIGURATION
WITH CONNECTOR M12



CONFIGURATION
WITH CONNECTOR M8



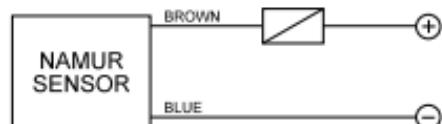
Note: the front part in blue refers to non flush models



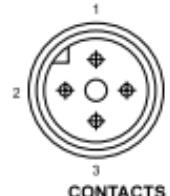
Ø 8

NAMUR

- 5+24 V DC - 2 WIRES
- Range, 1mm to 2mm - flush, non flush
- Cable or M8 and M12 quick connect models

WIRING DIAGRAMS**TECHNICAL DATA**

	FLUSH	NON FLUSH
NOMINAL SWITCHING DISTANCE (Snr)	1 mm	2 mm
NOMINAL VOLTAGE (Load resistance 1 K)	7.7 ÷ 9 V DC	
DC SUPPLY VOLTAGE	5 ÷ 24 V DC	
RESIDUAL RIPPLE	≤ 10%	
HYSTERESIS	≤ 10%	
OUTPUT CURRENT (Metal present)	≤ 1 mA	
OUTPUT CURRENT (Metal absent)	≤ 3 mA	
SWITCHING FREQUENCY	2000 Hz	
REPEATABILITY	≤ 3%	
TEMPERATURE LIMITS	-25 ÷ +60 °C	
PROTECTION DEGREE	IP 67	
DEVICE MARKING	CE II 3D IP67 T6X	
CABLE LENGTH	2 m	
CABLE SECTION	2 x 0.25 mm²	
HOUSING MATERIAL	Stainless Steel	
WEIGHT - Cable output -	80 g	
WEIGHT - M8 connector output -	35 g	
WEIGHT - M12 connector output -	55 g	

**CONNECTION WITH CONNECTOR M12**

View of quadripole male connector

CONTACTS CONFIGURATION

Available	Contacts numbers			
	1	2	3	4
NAMUR	+		-	

CONNECTION WITH CONNECTOR M8

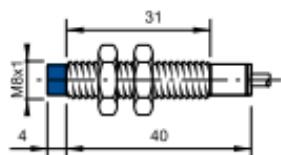
View of triple male connector

CONTACTS CONFIGURATION

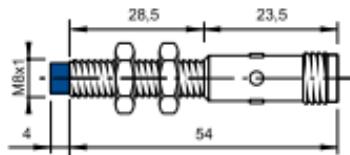
Available	Contacts numbers		
	1	3	4
NAMUR	+	-	

DIMENSIONS (mm)

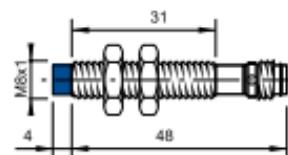
CONFIGURATION WITH CABLE



CONFIGURATION WITH CONNECTOR M12



CONFIGURATION WITH CONNECTOR M8



Note: the front part in blue refers to non flush models



DATALOGIC
DATALOGIC AUTOMATION

MODEL SELECTION AND ORDER INFORMATION

2MT CABLE

CODE	MODEL	RANGE	HOUSING	STEEL AISI304	FLUSH	WIRES	NPN/PNP	NO/NC
95B061061	IS-08-A3-03	1X	STANDARD		*	3	NPN	NO
95B061861	IS-08-B3-03	1X	SHORT		*	3	NPN	NO
95B061091	IS-08-A4-03	1X	STANDARD		*	3	NPN	NC
95B061891	IS-08-B4-03	1X	SHORT		*	3	NPN	NC
95B061121	IS-08-A1-03	1X	STANDARD		*	3	PNP	NO
95B061921	IS-08-B1-03	1X	SHORT		*	3	PNP	NO
95B061151	IS-08-A2-03	1X	STANDARD		*	3	PNP	NC
95B061851	IS-08-B2-03	1X	SHORT		*	3	PNP	NC
95B062291	IS-08-D4-03	1X	SHORT			3	NPN	NC
95B061521	IS-08-C1-03	1X	STANDARD			3	PNP	NO
95B062321	IS-08-D1-03	1X	SHORT			3	PNP	NO
95B061551	IS-08-C2-03	1X	STANDARD			3	PNP	NC
95B062351	IS-08-D2-03	1X	SHORT			3	PNP	NC
95B066330	IS-08-G3-03	2X	SHORT		*	3	NPN	NO
95B066340	IS-08-M3-03	1X	SHORT	*	*	3	NPN	NO
95B066350	IS-08-G4-03	2X	SHORT		*	3	NPN	NC
95B066360	IS-08-M4-03	1X	SHORT	*	*	3	NPN	NC
95B066370	IS-08-G1-03	2X	SHORT		*	3	PNP	NO
95B066380	IS-08-M1-03	1X	SHORT	*	*	3	PNP	NO
95B066380	IS-08-G2-03	1X	SHORT		*	3	PNP	NC
95B066400	IS-08-M2-03	1X	SHORT	*	*	3	PNP	NC
95B066410	IS-08-C3-03	1X	STANDARD			3	NPN	NO
95B066420	IS-08-H3-03	2X	SHORT			3	NPN	NO
95B066430	IS-08-D3-03	1X	SHORT			3	NPN	NO
95B066440	IS-08-N3-03	1X	SHORT	*		3	NPN	NO
95B066450	IS-08-C4-03	1X	STANDARD			3	NPN	NC
95B066460	IS-08-H4-03	2X	SHORT			3	NPN	NC
95B066470	IS-08-N4-03	1X	SHORT	*		3	NPN	NC
95B066480	IS-08-H1-03	2X	SHORT			3	PNP	NO
95B066490	IS-08-N1-03	1X	SHORT	*		3	PNP	NO
95B066500	IS-08-H2-03	2X	SHORT			3	PNP	NC
95B066510	IS-08-N2-03	1X	SHORT	*		3	PNP	NC
95B066740	IS-08-A20-03	1X	STANDARD		*	2		
95B066750	IS-08-C20-03	1X	STANDARD			2		
95B066760	IS-08-A20-03	1X	STANDARD	*	*	2		
95B066770	IS-08-C20-03	1X	STANDARD	*		2		



MODEL SELECTION AND ORDER INFORMATION

M8 CONNECTOR

CODE	MODEL	RANGE	HOUSING	STEEL AISI304	FLUSH	WIRES	NPN/PNP	NO/NC
95B061061	IS-08-A3-S1	1X	STANDARD		*	3	NPN	NO
95B061111	IS-08-A4-S1	1X	STANDARD		*	3	NPN	NC
95B063131	IS-08-G4-S1	2X	STANDARD		*	3	NPN	NC
95B061141	IS-08-A1-S1	1X	STANDARD		*	3	PNP	NO
95B061171	IS-08-A2-S1	1X	STANDARD		*	3	PNP	NC
95B061481	IS-08-C3-S1	1X	STANDARD			3	NPN	NO
95B061511	IS-08-C4-S1	1X	STANDARD			3	NPN	NC
95B063251	IS-08-H4-S1	2X	STANDARD			3	NPN	NC
95B061541	IS-08-C1-S1	1X	STANDARD			3	PNP	NO
95B061571	IS-08-C2-S1	1X	STANDARD			3	PNP	NC
95B066780	IS-08-A20-S1	1X	STANDARD	*	*	2		
95B066790	IS-08-C20-S1	1X	STANDARD	*		2		
95B066800	IS-08-G3-S1	2X	SHORT		*	3	NPN	NO
95B066810	IS-08-B3-S1	1X	SHORT		*	3	NPN	NO
95B066820	IS-08-M3-S1	1X	SHORT	*	*	3	NPN	NO
95B066830	IS-08-B4-S1	1X	SHORT		*	3	NPN	NC
95B066840	IS-08-M4-S1	1X	SHORT	*	*	3	NPN	NC
95B066850	IS-08-G1-S1	2X	SHORT		*	3	PNP	NO
95B066860	IS-08-B1-S1	1X	SHORT		*	3	PNP	NO
95B066870	IS-08-M1-S1	1X	SHORT	*	*	3	PNP	NO
95B066880	IS-08-G2-S1	2X	SHORT		*	3	PNP	NC
95B066890	IS-08-B2-S1	1X	SHORT		*	3	PNP	NC
95B066900	IS-08-M2-S1	1X	SHORT	*	*	3	PNP	NC
95B066910	IS-08-H3-S1	2X	SHORT			3	NPN	NO
95B066920	IS-08-D3-S1	1X	SHORT			3	NPN	NO
95B066930	IS-08-N3-S1	1X	SHORT	*		3	NPN	NO
95B066940	IS-08-D4-S1	1X	SHORT			3	NPN	NC
95B066950	IS-08-N4-S1	1X	SHORT	*		3	NPN	NC
95B066960	IS-08-H1-S1	2X	SHORT			3	PNP	NO
95B066970	IS-08-D1-S1	1X	SHORT			3	PNP	NO
95B066980	IS-08-N1-S1	1X	SHORT	*		3	PNP	NO
95B066990	IS-08-H2-S1	2X	SHORT			3	PNP	NC
95B067000	IS-08-D2-S1	1X	SHORT			3	PNP	NC
95B067010	IS-08-N2-S1	1X	SHORT	*		3	PNP	NC



DATALOGIC

DATALOGIC AUTOMATION

MODEL SELECTION AND ORDER INFORMATION

M12 CONNECTOR

CODE	MODEL	RANGE	HOUSING	STEEL AISI304	FLUSH	WIRES	NPN/PNP	NO/NC
95B061071	IS-08-A3-S2	1X	STANDARD		*	3	NPN	NO
95B061101	IS-08-A4-S2	1X	STANDARD		*	3	NPN	NC
95B061131	IS-08-A1-S2	1X	STANDARD		*	3	PNP	NO
95B061161	IS-08-A2-S2	1X	STANDARD		*	3	PNP	NC
95B061471	IS-08-C3-S2	1X	STANDARD			3	NPN	NO
95B061501	IS-08-C4-S2	1X	STANDARD			3	NPN	NC
95B063241	IS-08-H4-S2	2X	SHORT			3	NPN	NC
95B061531	IS-08-C1-S2	1X	STANDARD			3	PNP	NO
95B061561	IS-08-C2-S2	1X	STANDARD			3	PNP	NC
95B063301	IS-08-H2-S2	1X	SHORT			3	PNP	NC
95B066520	IS-08-G3-S2	2X	SHORT		*	3	NPN	NO
95B066530	IS-08-B3-S2	1X	SHORT		*	3	NPN	NO
95B066540	IS-08-M3-S2	1X	SHORT	*	*	3	NPN	NO
95B066550	IS-08-G4-S2	2X	SHORT		*	3	NPN	NC
95B066560	IS-08-B4-S2	1X	SHORT		*	3	NPN	NC
95B066570	IS-08-M4-S2	1X	SHORT	*	*	3	NPN	NC
95B066580	IS-08-G1-S2	2X	SHORT		*	3	PNP	NO
95B066690	IS-08-B1-S2	1X	SHORT		*	3	PNP	NO
95B066600	IS-08-M1-S2	1X	SHORT	*	*	3	PNP	NO
95B066610	IS-08-G2-S2	2X	SHORT		*	3	PNP	NC
95B066620	IS-08-B2-S2	1X	SHORT		*	3	PNP	NC
95B066630	IS-08-M2-S2	1X	SHORT	*	*	3	PNP	NC
95B066640	IS-08-H3-S2	2X	SHORT			3	NPN	NO
95B066650	IS-08-D3-S2	1X	SHORT			3	NPN	NO
95B066660	IS-08-N3-S2	1X	SHORT	*		3	NPN	NO
95B066670	IS-08-D4-S2	1X	SHORT			3	NPN	NC
95B066680	IS-08-N4-S2	1X	SHORT	*		3	NPN	NC
95B066690	IS-08-H1-S2	2X	SHORT			3	PNP	NO
95B066700	IS-08-D1-S2	1X	SHORT			3	PNP	NO
95B066710	IS-08-N1-S2	1X	SHORT	*		3	PNP	NO
95B066720	IS-08-D2-S2	1X	SHORT			3	PNP	NC
95B066730	IS-08-N2-S2	1X	SHORT	*		3	PNP	NC
95B066760	IS-08-A20-S2	1X	STANDARD	*	*	2		
95B066770	IS-08-C20-S2	1x	STANDARD	*		2		



MODEL DESCRIPTION

IS - 04 - A1 - 03

DIAMETER

04 = 4mm
05 = 5mm
05 = 6,5mm
08 = 8mm
12 = 12mm
18 = 18mm
30 = 30mm
40 = 40x40mm SQUARE
80 = 80x80mm SQUARE
88 = 8x8mm SQUARE

CONSTRUCTION

A= flush standard housing
B= flush short housing
BB= flush extra short housing
C= non flush standard housing
D= non flush short housing
E= flush standard housing double range
F= non flush standard housing double range
G= flush short housing double range
GG= flush extra short housing double range
H= non flush short housing double range
I= flush standard housing metal face
L= non flush standard housing metal face
M= flush short housing steel
N= non flush short housing steel
O= flush short housing steel double range
P= non flush short housing steel double range
Q= flush 8x8mm square housing
R= flush 8x8mm square housing double range
S= flush standard housing steel
T= non flush standard housing steel
U= flush standard housing steel double range
V= non flush standard housing steel double range
W= flush 40x40mm square housing
X= flush 40x40mm short square housing
Y= non flush 40x40mm square housing
Z= non flush 40x40mm short square housing

OUTPUT

1 = 10-30 Vdc PNP NO
2 = 10-30 Vdc PNP NC
3 = 10-30 Vdc NPN NO
4 = 10-30 Vdc NPN NC
5 = 10-30 Vdc PNP NO-NC
6 = 10-30 Vdc NPN NO-NC
7 = 24-230Vac - 2 wires NO
8 = 24-230Vac - 2 wires NC
9 = 10-30 Vdc - 2 wires NO-NC
0 = 10-30 Vdc - 4 wires
11 = Analog 4-20mA
12 = Analog 0-10V
13 = Analog 0-10V/4-20mA
14 = Analog 0-5V/1-5mA
15 = 20-250Vac/Vdc-2 and 3 wires NO
20 = NAMUR

CONNECTION

02 = Cable 500mm
03 = Cable 2mt
04 = Cable 700mm
S1 = M8 connector
S2 = M12 connector
S3 = terminal block*
S4 = unif 1/2"

* only for square housing version

Note: Not all code combinations are available. Please refer to alphabetical model index for the list of available models.



The company endeavours to continuously improve and renew its products; for this reason the technical data and contents of this catalogue may undergo variations without prior notice. For correct installation and use, the company can guarantee only the data indicated in the instruction manual supplied with the products.



SONGLE RELAY

 松乐继电器 SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD
---	---------------	-----



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for high density P.C. board mounting technique.
- UL, CUL, TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B
				C:1 form C

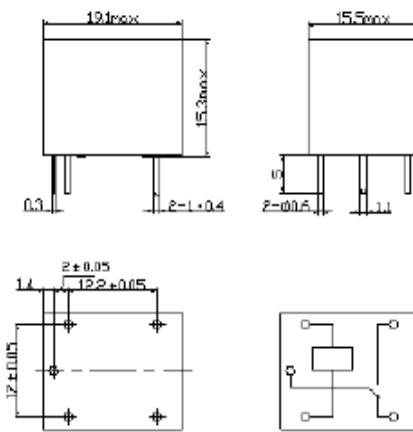
4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

5. DIMENSION (unit:mm)

DRILLING (unit:mm)

WIRING DIAGRAM





6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) $\pm 10\%$	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75% Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500				

7. CONTACT RATING

Item	Type	SRD
Contact Capacity Resistive Load ($\cos\phi=1$)	FORM C	FORM A
7A 28VDC	10A 125VAC	10A 28VDC
7A 240VAC	10A 240VAC	
Inductive Load ($\cos\phi=0.4$ L/R=7msec)	3A 120VAC	5A 120VAC
3A 28VDC	5A 28VDC	
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

Item	Type	SRD
Contact Resistance	100m Ω Max.	
Operation Time	10msec Max.	
Release Time	5msec Max.	
Dielectric Strength Between coil & contact	1500VAC 50/60HZ (1 minute)	
Between contacts	1000VAC 50/60HZ (1 minute)	
Insulation Resistance	100 M Ω Min. (500VDC)	
Max. ON/OFF Switching Mechanically	300 operation/min	
Electrically	30 operation/min	
Ambient Temperature	-25°C to +70°C	
Operating Humidity	45 to 85% RH	
Vibration Endurance	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm	
Error Operation	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm	
Shock Endurance	100G Min.	
Error Operation	10G Min.	
Life Expectancy Mechanically	10^7 operations. Min. (no load)	
Electrically	10^5 operations. Min. (at rated coil voltage)	
Weight	abt. 10grs.	

9. REFERENCE DATA

