



Fakultät Maschinenbau

Projektarbeit

Konzeption eines Bremssystems für ein Elektrofahrzeug

vorgelegt von:

Adrian Tödtmann, Patrick Deumann,
Christoph Krader, Alexander König

Prüfer:

Herr Göllner, Herr Jacobitz

Abgabedatum:

30.06.2017



1 Inhalt

1	Inhalt	1
3	Aufgabenstellung	3
3.1	Anforderungsliste	4
4	Auswahl eines Hydroaggregates.....	5
4.1	Vorüberlegungen.....	5
4.2	Bestehende Bremssysteme auf dem Markt	5
4.2.1	ESP im Motorrad-Bereich.....	5
4.2.2	ESP im Automobil-Bereich	6
4.3	Entscheidung für ein ESP-System	7
4.4	Aufbau des Bremssystems Bosch Generation 8.0.....	8
5	Konstruktion eines Haltewinkels für den Hydraulikblock.....	9
5.1	Erstellung eines CAD-Modells aus rein geometrischen Anhaltspunkten.....	9
5.2	Werkstoffwahl	15
5.3	Ermittlung des Gewichtes der Baugruppe.....	16
5.4	Statischer Festigkeitsnachweis gegen seltene Lastspitzen (FS A3-2)	17
5.5	Dynamischer Festigkeitsnachweis gegen Schwingung aus Fahrwerk (FS A3-4)	20
5.6	Festigkeitsnachweis der Schraubenverbindung M6x1x16	21
6	Anschluss des ESP-Blockes an das bestehende Bremssystem.....	22
6.1	Auswahl von Bremsschlüuchen; Adaptern und Blindstopfen	23
7	Implementierung der Bremsblockeinheit in das bestehende CAD-Modell des FreDy....	28
8	Auswahl von Raddrehzahlsensoren.....	29
9	Konstruktion der Halterungen zur Aufnahme der Hall-Sensoren	30
10	Auswahl von Magneten zur Messung der Raddrehzahl	32
11	Befestigung des Magneten auf der Welle.....	33
12	Quellen	36



2 Aufgabenstellung

Das FreDy-Versuchsfahrzeug (FreDy = Funktionsträger für regenerative Elektromobilität) des IMEC verfügt derzeitig über eine einfache Bremsanlage, bestehend aus Fußbetätigungsseinrichtung; Hauptbremszylinder und 2 direkt dahinter geschalteten Scheibenbremsen für die Vorderachse.

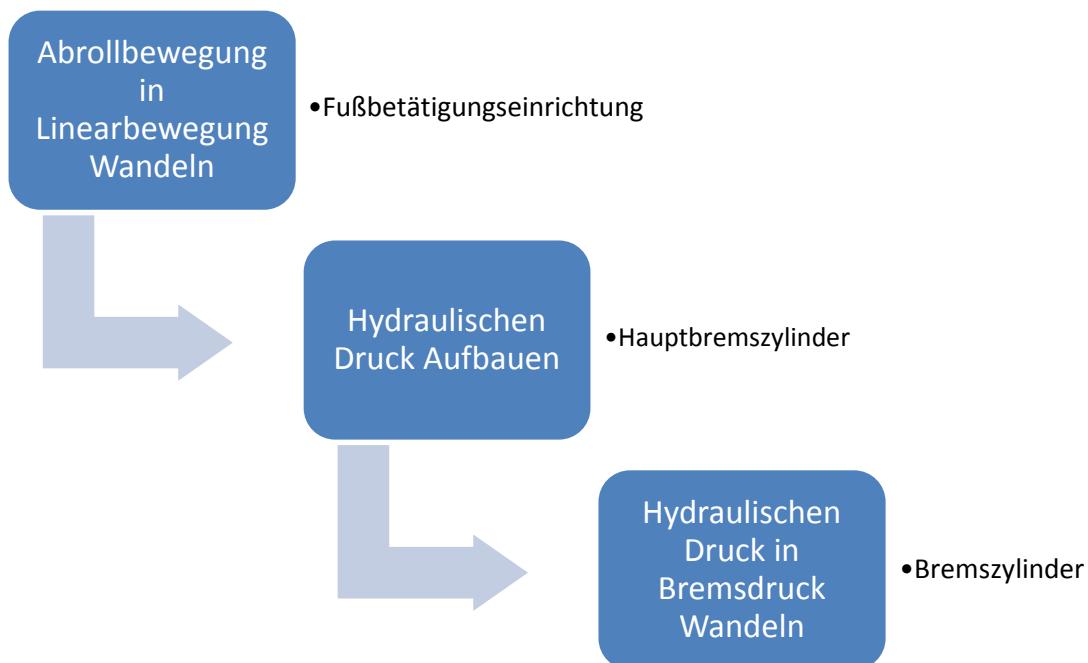


Abbildung 1: Funktionsschema bestehende Bremsanlage

Es soll ein elektronisch ansteuerbarer Hydraulikblock zwischen die Bremszylinder und den Hauptbremszylinder geschaltet werden, um die Möglichkeit der Übersteuerung des Bremsdruckes zu erhalten.

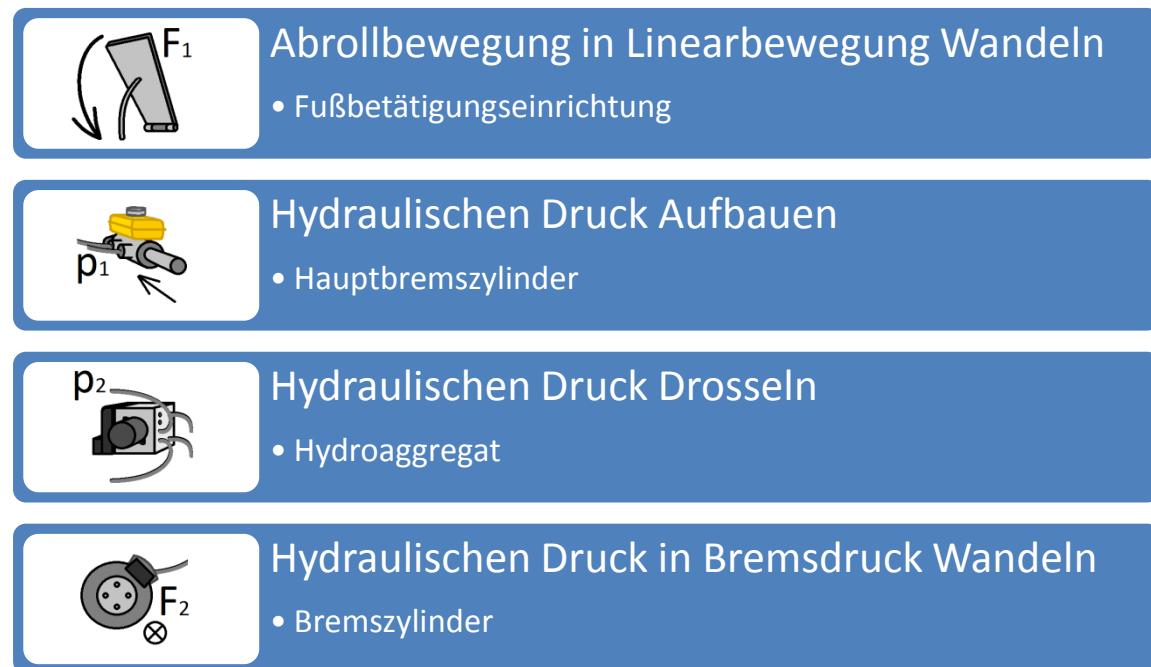


Abbildung 2: Funktionsschema modifizierter Aufbau der Bremsanlage

Dieser Hydraulikblock muss mindestens einen hydraulischen Eingang für den Hauptbremszylinder und mindestens 2 hydraulische Ausgänge für die Bremszylinder aufweisen.

Darüber hinaus müssen auf der Steuerplatine Tauchankerspulen zum stufenlosen Verstellen der Ventile des Hydraulikblockes und eine integrierte 12- oder 48V-Pumpe, zur Erzeugung Der Preis und das Gewicht spielen zunächst eine untergeordnete Rolle. Der Gesamt-Bauraum und die Zugänglichkeit der Steuerungsplatine, für spätere Arbeiten, sind entscheidend.

Für den späteren Einsatz ist eine Halterung für eine Drehzahl-Sensorik an der Vorderachse zu konstruieren

2.1 Anforderungsliste

FUNKTION	ERFORDERLICH	WUNSCH	ZIEL
Bremsdruckpumpe über 12V oder 48V	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übersteuerung über Tauchankerspulen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Möglichkeit Berganfahrhilfe (Hold-Funktion)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Möglichkeit elektrische Handbremse	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SICHERHEIT & ERGONOMIE	ERFORDERLICH	WUNSCH	ZIEL
Bremsleistung für 880kg und 50km/h	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausreichender Bremsdruck bei Stromausfall	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KOSTEN	ERFORDERLICH	WUNSCH	ZIEL
Gebrauchte Steuerung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebrauchter Ventilblock	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebrauchte Adapter und Anschlüsse	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übernahme bestehender Bremssättel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übernahme bestehender Hauptbremszylinder	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übernahme bestehender Bremsscheiben	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übernahme bestehendes Bremspedal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übernahme bestehender Leitungen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

HERSTELLUNG	ERFORDERLICH	WUNSCH	ZIEL
Leistungselektronik Steuergerät kopierbar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GEBRAUCH	ERFORDERLICH	WUNSCH	ZIEL
Betätigung mit Fußpedal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Möglichkeit elektronischer Übersteuerung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 1: Anforderungsliste

3 Auswahl eines Hydroaggregates

3.1 Vorüberlegungen

Ausschließliche ABS-Systeme arbeiten mit gepulsten Unterbrechungen des Bremsdruckes. Ihre Ventile können nur komplett geschlossen werden. Damit erfüllen sie nicht unsere Anforderungen.

Im Gegensatz dazu arbeiten ESP-fähige Systeme mit stufenlos verstellbaren Ventilen. Darüber hinaus wird am Aggregat selbst Bremsdruck erzeugt und in die Bremsen eingeleitet um entsprechende Fahreigenschaften einzustellen.

3.2 Bestehende Bremssysteme auf dem Markt

3.2.1 ESP im Motorrad-Bereich

Grundsätzlich benötigt das FreDy nur einen Eingang für den Hauptbremszylinder und 2 Ausgänge für die beiden Vorderradbremsen. Für diese minimalen Anforderungen bieten sich Hydroaggregate aus Motorrädern an. Zu untersuchen wäre im Weiteren, ob die Leitungsquerschnitte für Vorderrad- und Hinterradbremse dieselben sind, bzw. ein Unterschied bereits in den Querschnitten aus den 2 Hauptbremszylindern vorhanden ist.

Um dies in Erfahrung zu bringen muss ein entsprechendes Modell aus dem Schrott oder als Gebrauchteil erworben werden. Die Problematik besteht allerdings in der Kostenfrage.

Integrierung von ESP in Motorrädern ist neu auf dem Markt (2016) und Gebrauchteile noch rar, bzw. viel zu teuer. Zumal der Stand der Technik grundlegend derselbe ist und gegenüber PKW-Blöcken nur ein Gewichtsvorteil einhergeht. Aus diesem Grund kommen diese Bauteile nicht in Frage.

Vorteile gegenüber Automobilbereich	Nachteile gegenüber Automobilbereich
Geringeres Gewicht	Gebrauchtmarktsituation: Verkäufermarkt
weniger Bauraum	

Tabelle 2: Abwägung ESP im Motorrad und im Automobil

3.2.2 ESP im Automobil-Bereich

3.2.2.1 Die Geschichte von ESP

Der führende Hersteller im Bereich ABS- & ESP-fähiger Hydraulikblöcke ist Bosch. Das ABS wurde Ende der siebziger Jahre von Bosch entwickelt [4]. ESP ist ebenfalls eine Erfindung von Bosch und ging im März 1995 mit dem Mercedes Benz S600 Coupé das erste Mal in Serie [4, 5].

Seitdem haben sich sukzessive der Hydraulik-Blöcke Bauraum und Gewicht verringert:

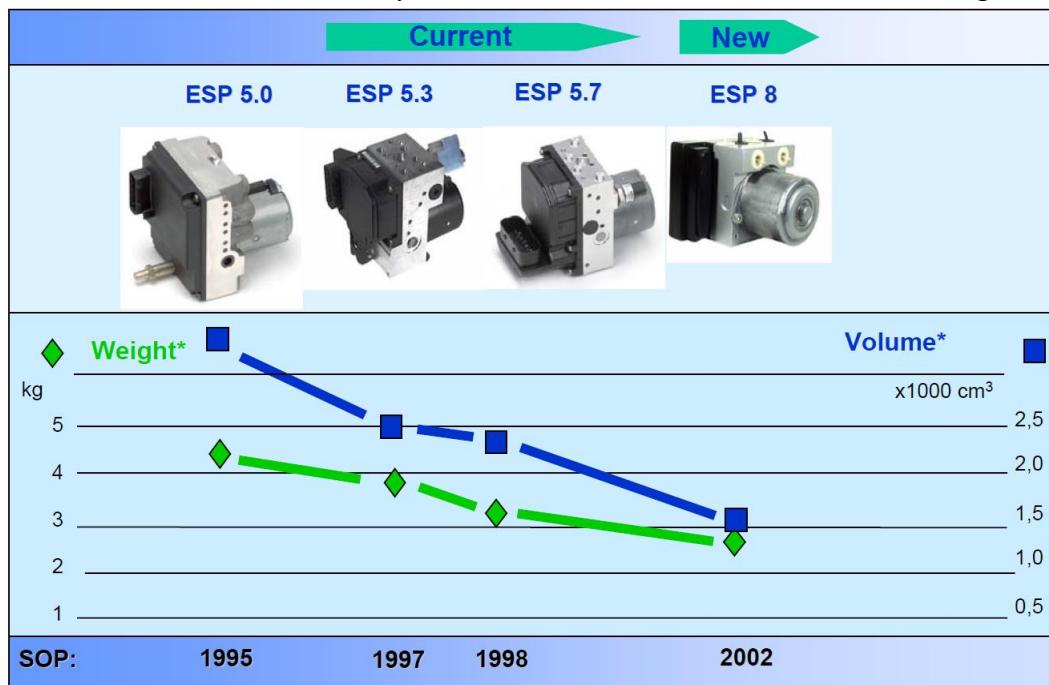


Abbildung 3: zeitliche Entwicklung des ESP [6]

3.2.2.2 Auflistung diverser ESP-Systeme von Bosch

Bezeichnung	Markteinführung
ESP 5.0	
ESP 5.3	
ESP 5.7	(1998) [7]

ESP 8.0	(2002)	[8]
ESP 9.0	(2013)	[4]

3.3 Entscheidung für ein ESP-System

In die engere Auswahl gelangten alle Systeme ab ESP 5.7. Wir haben uns, nachdem wir uns ein ESP 5.7 aus einem altem VW Passat besorgt haben jedoch gegen dieses entschieden, weil der Bauraum zu groß und die Platine nicht, ohne zerstörungsfreies Offenlegen, zugänglich war.



Abbildung 4: Hydraulikaggregat Bosch ESP 5.7 [8]

Die Entscheidung ist auf ein gebrauchtes ESP 8 aus einem VW Passat 7 gefallen, weil dieses relativ kompakt und, gegenüber einem ESP 9, extrem günstig ausfiel.

Kriterien	Bosch ESP Generation 8	Bosch ESP Generation 9
Bauraum [cm ³]	1620	1340
Gewicht [kg]	2,3	1,6
Max. Rechnergröße [kB]	768	2048
Gebrauchtpreis brutto [€]	ca. 50,00	Ca. 300,00

Tabelle 3: Vergleich wesentlicher Eigenschaften der Bosch Generationen 8 und 9



Abbildung 5: Hydraulikaggregat Bosch ESP Generation 8 [11]

3.4 Aufbau des Bremssystems Bosch Generation 8.0

Bild 5.3_21

Quelle: Bosch

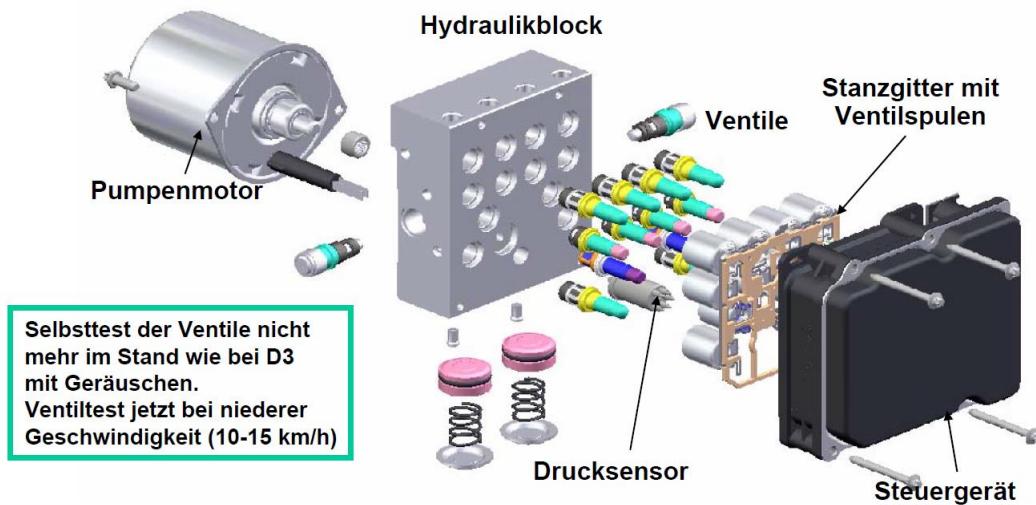


Abbildung 6: Explosionszeichnung Hydraulikaggregat Bosch ESP Generation 8.0 [6]

- 1x Steuergerät mit 12 Ventilspulen
- 1x Hydraulikblock
- 1x Bremsdruckgeber/ Drucksensor
- 12x Tauchankerspulen
- 14x Ventile



1x 12V-Pumpen-Motor

1x Dämpfereinheit

Folgende Anschlüsse sind ausgemessen worden:

Hydraulik-Anschlüsse	Gewinde
Eingang Hauptbremszylinder vorderseitig	M12x1
Eingang Hauptbremszylinder rückseitig	M12x1
Ausgang Bremse vorne links	M12x1
Ausgang Bremse vorne rechts	M12x1
Ausgang Bremse hinten links	M10x1
Ausgang Bremse hinten rechts	M10x1

Tabelle 4: vermessene Hydraulikanschlüsse

Auf dem folgenden Foto ist das zugehörige Steuergerät zu sehen. Die Steuerplatine ist gut zugänglich, bzw. zerstörungsfrei demontierbar und eignet sich damit ideal für das Folgeprojekt.



Abbildung 7: Steuerplatine Bosch ESP Generation 8.0 [7]

4 Konstruktion eines Haltewinkels für den Hydraulikblock

4.1 Erstellung eines CAD-Modells aus rein geometrischen Anhaltspunkten

Die ESP-Einheit sollte an einem gut zugänglichen Ort positioniert werden. Es bietet sich die mittlere Querstrebe an, die bereits zwei aufgeschweißte Muttern in oberer und unterer Position besitzt.

Bearbeiter:

Adrian Tödtmann; Patrick Deumann; Christoph Krader; Alexander König

Die untere vorgegebene Befestigungsmöglichkeit ist am günstigsten, da dadurch die erforderlichen Leitungslängen reduziert werden und es sich dadurch anbietet die alten Leitungen übernehmen zu können.

Der Rahmen hat einen Schrägungswinkel von:

$$\alpha_{Traverse} = 12^\circ$$

Zur Befestigung der ESP-Einheit am Halblech werden die Nuten der 3 Dämpferelemente benutzt.

Der Abstand der Bohrungen wird direkt an der Halterung für die Dämpferelemente gemessen:

$$l_1 = 68\text{mm}$$

$$l_2 = 59\text{mm}$$

$$l_3 = 51\text{mm}$$

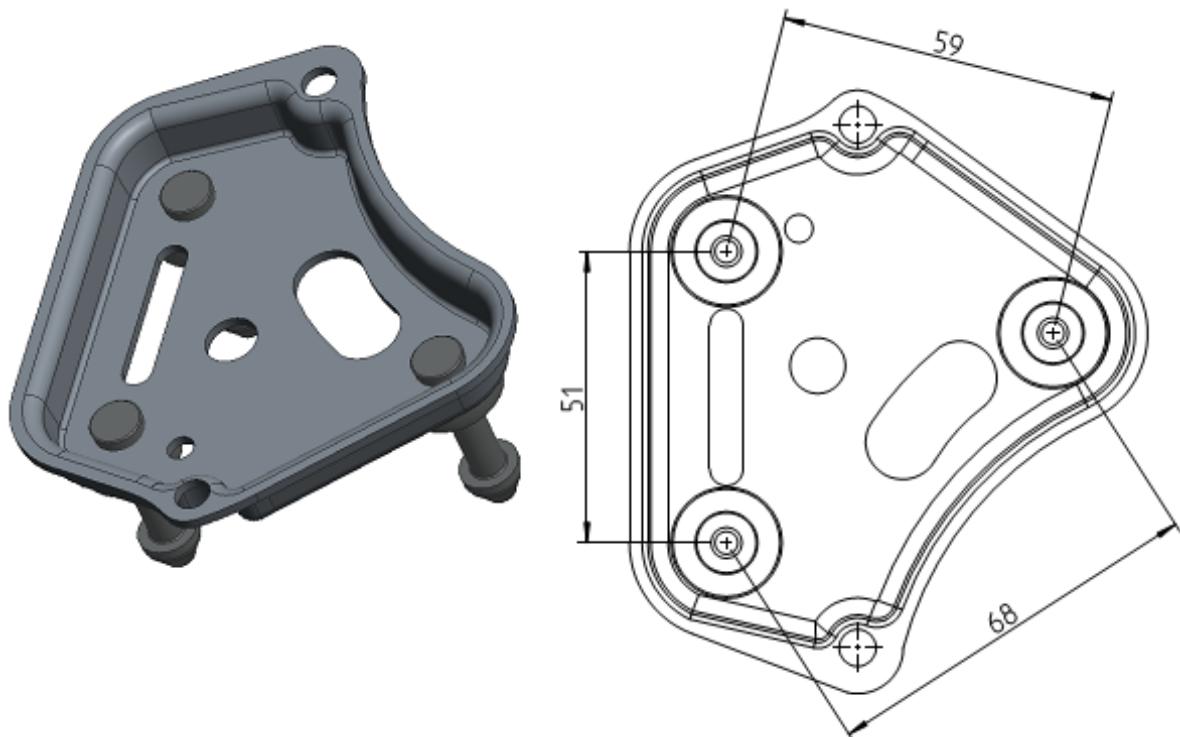


Abbildung 8: Halterung ESP Block

Für die Dimensionierung des Bleches und der Bohrungen werden die Dämpfergummis hinzugezogen.

Sie erfordern eine Blechstärke von 5,5mm und einen Durchmesser von 19,1mm. Um den Einbau einfacher zu gestalten wird 5mm-Blech gewählt, da 6mm Blech zu Schwierigkeiten im Verbau führen würde.

$$t_{Blech} = 5\text{mm}$$

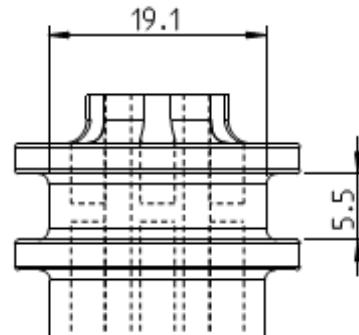


Abbildung 9: Dämpfergummi

Die Bohrungen werden auf 20mm zuzüglich einer geringen Bohrungstoleranz vergrößert, um mögliche Lageungenauigkeiten auszugleichen. Außerdem wird der Einbau vereinfacht, der ein Hineinquetschen der Dämpferelemente erfordert.

$$d_{\text{Dämpfer}} = 20^{+0,4} \text{ mm}$$

Zur Befestigung des Winkels werden 2 vorhandene angeschweißte Muttern am Rahmen des FreDy genutzt. Ihr Gewinde wurde mit M6x1 und ihr Abstand zueinander mit 22mm ausgemessen:

$$d_{\text{Befestigung}} = 6^{+0,6} \text{ mm}$$

$$l_{\text{Befestigung}} = 22 \text{ mm}$$

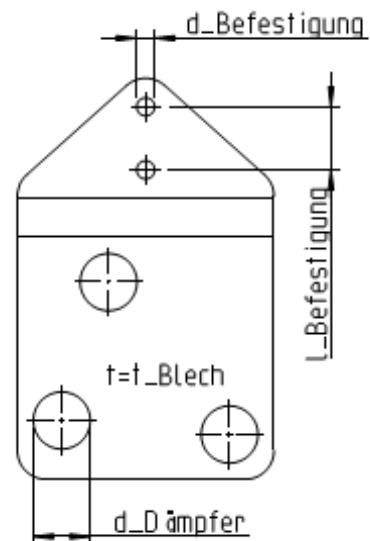
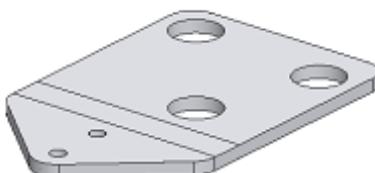


Abbildung 10: Biegeteil unbearbeitet

Nach Absprache mit der Werkstatt, sollte der innere Übergangsradius der Blechdicke entsprechen.

$$Ri_{\text{Biegung}} = t_{\text{Blech}} = 5 \text{ mm}$$

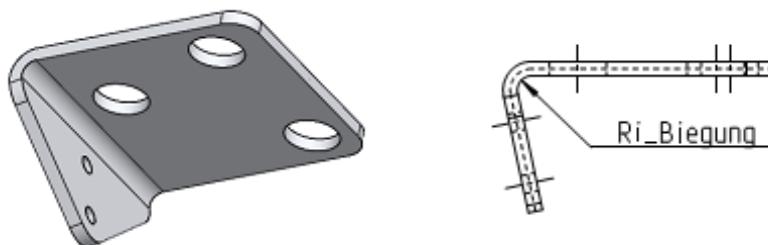


Abbildung 11: Biegeteil bearbeitet

Die restlichen Dimensionen ergeben sich relativ frei. Die Ecken werden mit Übergangsradien versehen, um die Verletzungsgefahr bei Montage- und Wartungsarbeiten zu minimieren.

Zur Befestigung des Winkels an dem Rahmen werden Schrauben mit Innensechskant nach DIN912 mit der nächstgrößeren Länge gewählt:

$$l_{Schraube} \geq t_{Blech} + t_{Rahmen} + 3 \cdot Steigung_{Bohrungen} = 5\text{mm} + 8 + 3 \cdot 0,75\text{mm} = 16\text{mm}$$

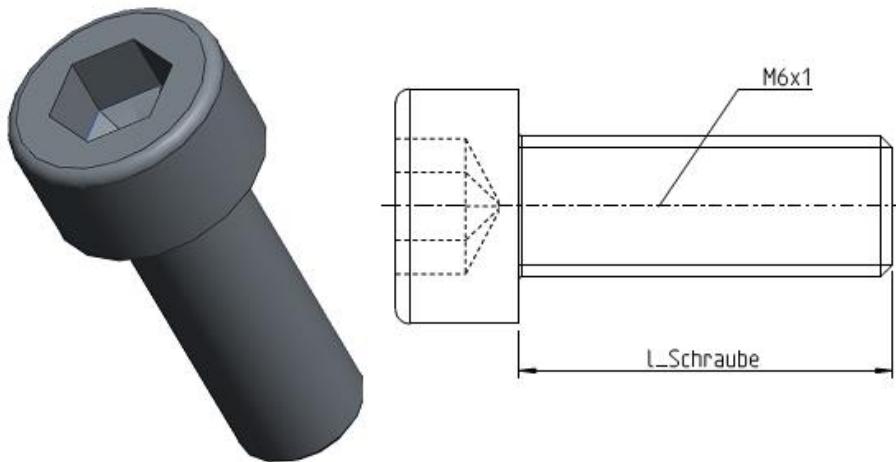


Abbildung 12: Schraube DIN912

Die Befestigungsebene für die Dämpfereinheit des Winkels muss über den Verschraubungen liegen, da sonst eine Kollision mit dem Lenkgestänge auftreten würde. Damit muss der Winkel über 90° gebogen werden und zusätzlich verstellt werden.

Es wurde die Möglichkeit eines solch extremen Biegewinkels mit der Werkstatt besprochen und für möglich empfunden.

$$Biegewinkel = 90^\circ - \alpha_{Traverse} = 90^\circ - 12^\circ = 78^\circ$$

Um keinen unnötigen Ausschuss zu provozieren, wird ein Winkel mit breiter Toleranz gewählt:

$$Biegewinkel = 78^{+3}_{-3}^\circ$$



Darüber hinaus ist der Winkel mit einem Knotenblech zu verstärken, damit das Material nicht einen frühzeitigen Dauerbruch erleidet. An der Stelle des Biegeradius sollte das Knotenblech unterbrochen werden, um keine unnötig schwierige Fertigung zu fordern.

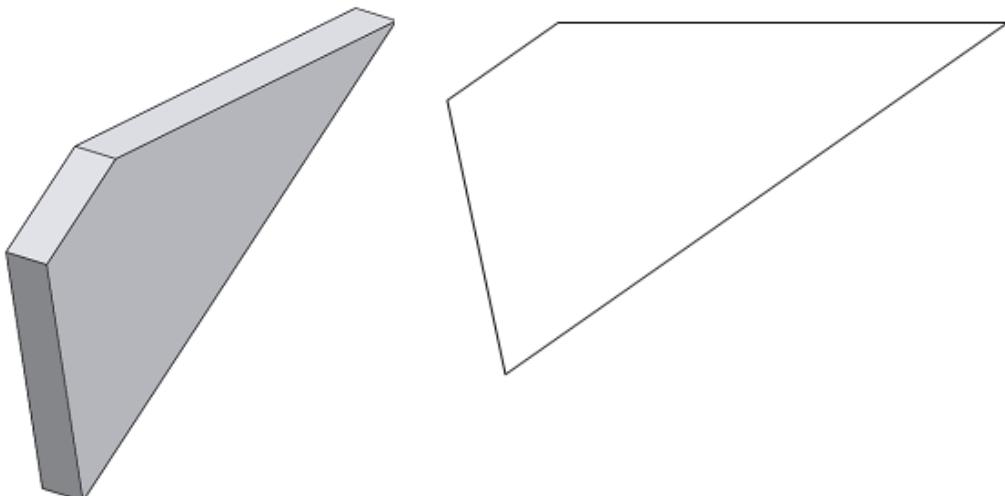


Abbildung 13: Knotenblech Winkel

Es ist außerdem darauf zu achten, dass die Schrauben zur Fixierung des Haltebleches am Rahmen montierbar sind und nicht etwa mit dem Winkel kollidieren.

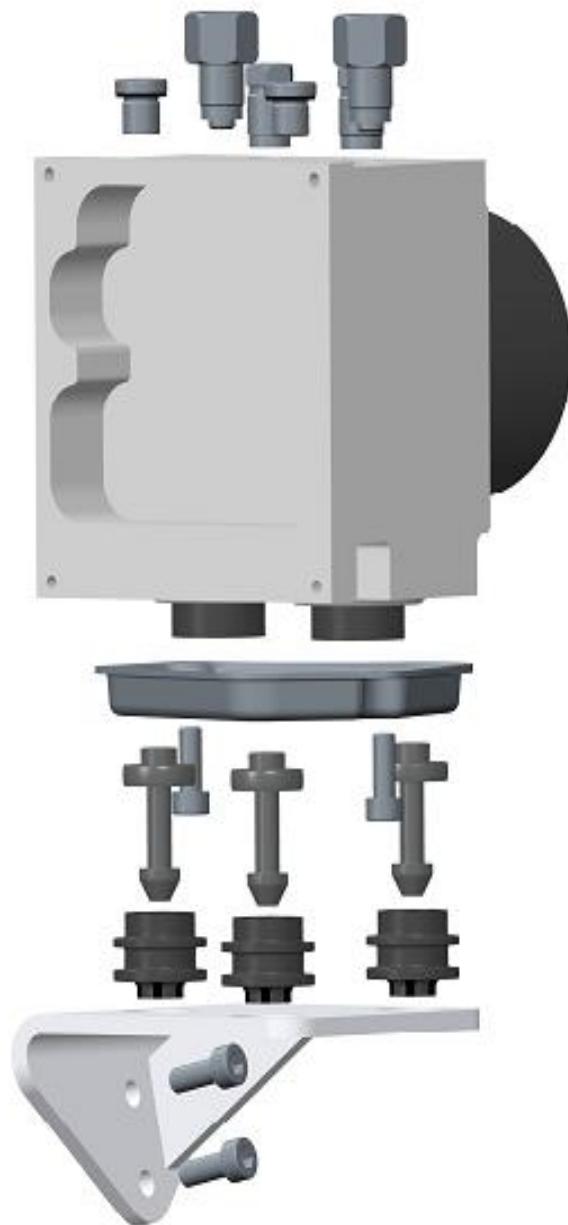


Abbildung 14: Explosionszeichnung Hydraulikaggregat mit Haltwinkel

Damit lässt sich im Bedarf die gesamte ESP-Einheit im Zusammenbau demontieren.

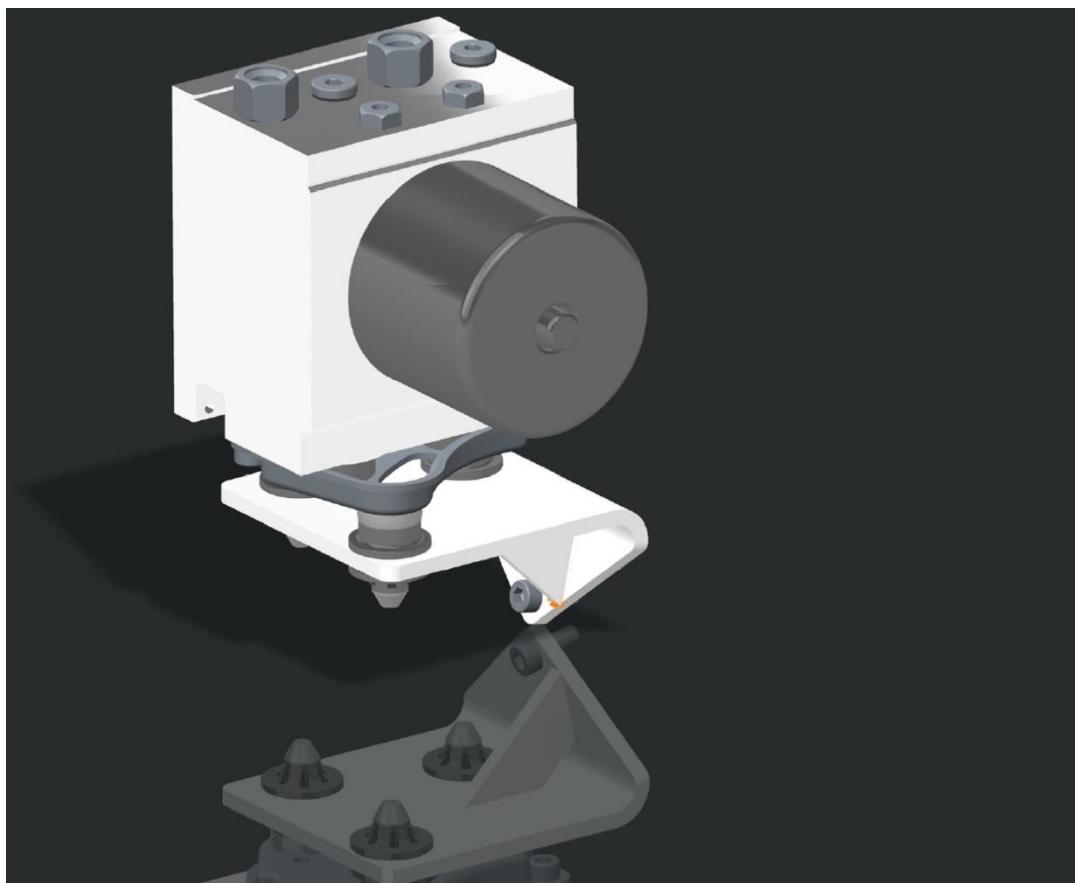


Abbildung 15: Zusammenbau Hydraulikaggregat mit Haltwinkel

4.2 Werkstoffwahl

Um die Fertigung so einfach wie möglich zu halten, wird als Halbzeug ein 5mm-Blech zu Grunde gelegt. Als Werkstoffgruppe wird eine 5000-er Aluminiumlegierung (MgMn) vorgeschlagen, weil diese gute Festigkeitswerte im unbehandelten Zustand aufweist. Eine Legierung mit guter Kaltumformbarkeit und Schweißbarkeit wäre beispielsweise ENAW AlMg2Mn0,8 H14 [14, TB1-3].

In Absprache mit Herrn Sorge, dem Leiter der Betriebswerkstatt, wird aber ein Werkstoff gewählt, der vorrätig ist, um den Aufwand zu verringern. Da das Blech eine ausreichende statische Sicherheit aufweisen wird, spielt die Auswahl eines Werkstoffes über die Festigkeit keine Rolle mehr.

Es wurde versichert, dass ausreichend AlMg3 vor Ort verfügbar sei, was gut schweißbar ist, kalt umformbar und außerdem relativ gute Festigkeitswerte aufweist.

Auf der Technischen Zeichnung wird „Aluminium“ angegeben, um keine unnötigen Materialbestellungen auszulösen.

4.3 Ermittlung des Gewichtes der Baugruppe

Der Hydraulikblock, inklusive Pumpe ist nur schemenhaft in ihren Umrissen gezeichnet und liefern daher ein zu hohes Gewicht aus der Geometrie heraus. Deswegen muss der Hydraulikblock gewogen werden:



Abbildung 16: Gewicht des Hydraulikblocks

$$m_{\text{Hydraulikblock+Pumpe+Ventile}} = 2,282 \text{ kg}$$

Dieser Wert wird in das CAD-Modell manuell als Masse eingefügt.

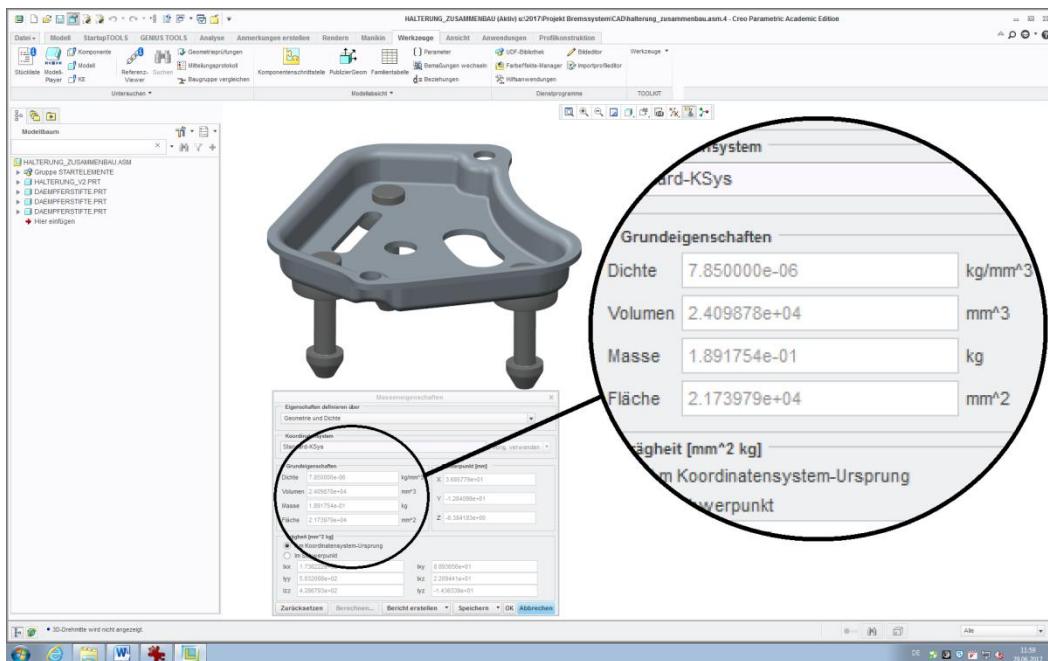


Abbildung 17: Gewicht der Halteplatte

$$m_{\text{Haltablech}} = 0,189 \text{ kg}$$

Dieser Wert wird in das CAD-Modell manuell als Masse eingefügt.

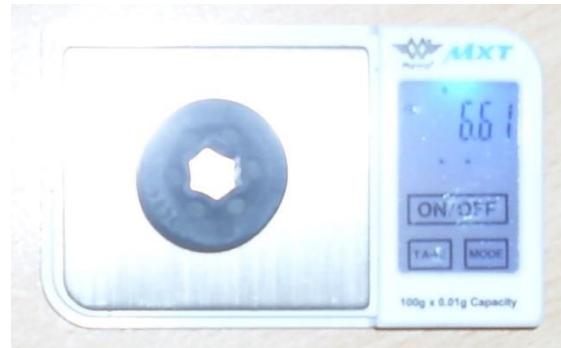


Abbildung 18: Gewicht des Dämpfergummis

$$m_{\text{Dämpfer}} = 0,00661 \text{ kg}$$

Dieser Wert wird in das CAD-Modell manuell als Masse eingefügt.

Restliche Werte können über die Geometrie errechnet werden

$$m_{\text{Baugruppe}} = m_{\text{Hydraulikblock+Pumpe+Ventile}} + m_{\text{Haltablech}} + 3 \cdot m_{\text{Dämpfer}}$$

$$m_{\text{Baugruppe}} = 2,282 \text{ kg} + 0,189 \text{ kg} + 3 \cdot 0,00661 \text{ kg} = 2,5 \text{ kg}$$

4.4 Statischer Festigkeitsnachweis gegen seltene Lastspitzen [13, A3-2]

Zur Festigkeitsberechnung wird der vorrätige ENAW-AlMg3 H14 gewählt.

E-Modul; Streckgrenze des Werkstoffes ENAW-AlMg3 H14 [14, TB1-3]

$$E = 95000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_{p0,2} = 190 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Es wird zur Vereinfachung angenommen, dass die Kraft mittig auf die Platte wirkt.

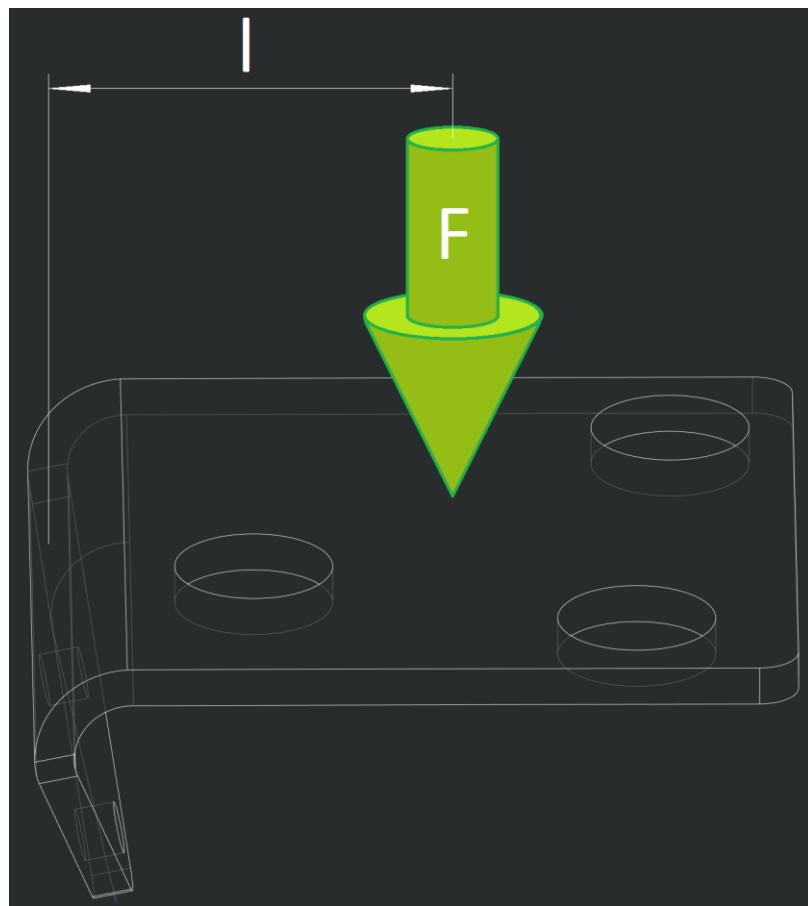


Abbildung 19: angreifende Gewichtskraft des Halblechs

Die statische Kraft errechnet sich aus der Gewichtskraft multipliziert mit einem Anwendungsfaktor.

Dieser wird absichtlich sehr hoch gewählt, für den seltenen Fall eines derben Schlagloches [14, TB3-5c].

$$F_G = 3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$K_A = 10$$

$$F_{\text{Stoß}} = F_G \cdot K_A = 2,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 = 245 \text{ N}$$

Grundlegende Geometrische Maße:

Entfernung Kraft von Befestigungsebene:

$$l = 45 \text{ mm}$$

Breite des Bleches:

$$b = 90 \text{ mm}$$

Dicke des Bleches:

$$t = 5 \text{ mm}$$

Das maximale Biegemoment berechnet wird hier durch Kraft multipliziert mit dem Abstand von der Befestigungsebene errechnet, um die Sicherheit zu erhöhen:

$$M_{b,max} = F_{Stoß} \cdot l = 88,5N \cdot 45mm = 11033Nm$$

Als Widerstandsmoment wird nicht ein Auszug des Bogens, sondern der Blechquerschnitt gewählt, um die Sicherheit zu erhöhen:

$$W_b = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{90mm \cdot 5^2mm^2}{6} = 375mm^3$$

Die maximale Biegespannung errechnet sich nach den Gesetzen der Statik:

$$\sigma_{b,max} = \frac{M_{b,max}}{W_b} = \frac{11033Nm}{375mm^3} = 29,42 \frac{N}{mm^2}$$

Maximal ertragbare Dehnung für Aluminiumknetlegierung nach FKM-Richtlinie [1]:

$$\varepsilon_{ertr} = 5\%$$

Plastische Formzahl für Rechteckquerschnitte, die auf Biegung belastet sind [14, TB3-3]:

$$\alpha_{bp} = 1,5$$

Die Kerbformzahl wird auf 1 gesetzt, da es sich um ein gewöhnliches Blech handelt:

$$\alpha_k = 1$$

Die plastische Stützzahl errechnet sich nach [13, 3-10]:

$$n_{pl} = \frac{\sqrt[2]{\frac{E \cdot \varepsilon_{ertr}}{R_p}}}{\alpha_k} \leq \alpha_{bp}$$

$$n_{pl} = \frac{\sqrt[2]{\frac{95000N \cdot mm^2 \cdot 5\%}{190N \cdot mm^2}}}{1} = 1,5$$

Damit ergibt sich der statische Konstruktionsfaktor nach [13, 3-8]

$$K_B = \frac{1}{n_{pl}} = 0,667$$

Umrechnungsfaktor für die statische Zug-Druckfestigkeit nach FKM-Richtlinie [2]

$$f_\sigma = 1$$

Die Rechnung erfolgt gegen Fließen, da duktile Legierung. Die Biegefließgrenze beträgt [13, 3-14]:

$$\sigma_{bf} = \frac{f_\sigma \cdot R_p}{K_B} = \frac{1 \cdot 190N}{0,667mm^2} = 285 \frac{N}{mm^2}$$



Die Sicherheit beträgt [13, 3-26]

$$S_F = \frac{\sigma_{bF}}{\sigma_{b,max}} = \frac{285N \cdot mm^2}{29,42 \cdot mm^2} = 9,69$$

4.5 Dynamischer Festigkeitsnachweis gegen Schwingung aus Fahrwerk [13, A3-4]

Die Beschleunigung aus der Fahrwerksanregung errechnet sich aus der 2. Ableitung einer Cosinus-Schwingungsgleichung mit t=0 (maximale Beschleunigung); der Eigenfrequenz ω_{eig} und dem Amplitudenausschlag A:

$$\omega_{eig} = 2\text{Hz}$$

$$A = 5mm$$

$$a = -A \cdot \omega_{eig}^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) = -5mm \cdot \frac{2^2}{s^2} \cdot \cos\left(\frac{2}{s} \cdot 0s\right) = -5 \frac{mm}{s^2} = -0,005 \frac{m}{s^2}$$

Allerdings lässt sich bei einer Aluminiumkonstruktion kein Dauerfestigkeitsnachweis führen, da Aluminium nicht dauerfest ist.

4.6 Festigkeitsnachweis der Schraubenverbindung M6x1x16

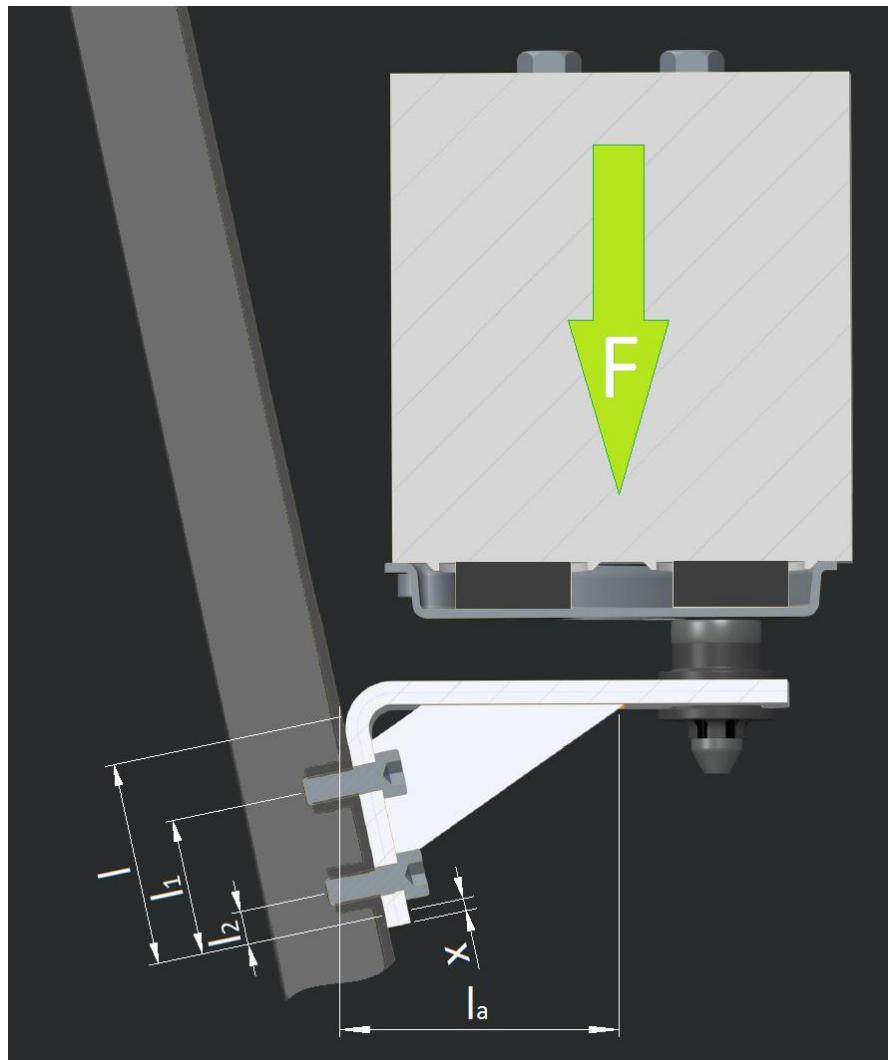


Abbildung 20: Kraftveranschaulichung für den Festigkeitsnachweis der Schraubenverbindung

$$M_b = F \cdot l_a = 2,5 \text{ kg} \cdot 45 \text{ mm} = 112,5 \text{ Nmm}$$

$$l = 55 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{4} \leq x \leq \frac{l}{8} \Rightarrow \frac{55 \text{ mm}}{4} \leq x \leq \frac{55 \text{ mm}}{8} \Rightarrow x = 6,875 \text{ mm}$$

$$l_2 = 10 \text{ mm} - x = 10 \text{ mm} - 6,875 \text{ mm} = 3,125 \text{ mm}$$

$$l_1 = 10 \text{ mm} - x + 22 \text{ mm} = 10 \text{ mm} - 5,5 \text{ mm} + 22 \text{ mm} = 25,125 \text{ mm}$$

Die obere Schraube wird mit der maximalen Zug-Kraft $F_{\max} = F_{tEd}$ belastet. Sie berechnet sich nach [13, 8-62]:

$$F_{\max} = F_{tEd} = \frac{M_b \cdot K_A}{z} \cdot \frac{l_1}{l_1^2 + l_2^2} = \frac{112,5 \text{ Nmm} \cdot 10}{2} \cdot \frac{25,125 \text{ mm}}{25,125^2 \text{ mm}^2 + 3,125^2 \text{ mm}^2} \\ = 2162 \text{ N}$$

Die Tragfähigkeit F_{tRd} der Schraube bezüglich Zugkraft berechnet sich nach [13, 8-47]:

$$k_2 = 0,9$$

$$A_s = 20,1 \text{ mm}^2$$

$$R_{ms} = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$K_A = 10$$

$$F_{t Rd} = k_2 \cdot A_s \cdot \frac{R_{ms}}{\gamma_{M2}} \geq F_{t Ed} \Rightarrow 11578 \text{ N} = 0,9 \cdot 20,1 \text{ mm}^2 \cdot \frac{800 \text{ N}}{1,25 \cdot \text{mm}^2} \geq 216,2 \text{ N} \cdot K_A \\ = 2162 \text{ N}$$

Die Tragfähigkeit der Schraube bezüglich Abscherkraft berechnet sich nach [13, 8-45]:

$$L = l_1 - l_2 = 25,125 \text{ mm} - 3,125 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

$$\beta = 1 - \frac{L - 15 \cdot d}{200 \cdot d} = 1 - \frac{22 \text{ mm} - 15 \cdot 6 \text{ mm}}{200 \cdot 6 \text{ mm}} = 1,057$$

$$A = A_s = 20,1 \text{ mm}^2$$

$$\alpha_v = 0,6$$

$$R_{ms} = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$K_A = 10$$

$$F_{v Rd} = \beta \cdot \alpha_v \cdot A \cdot \frac{R_{ms}}{\gamma_{M2}} \geq F_{v Ed} \Rightarrow 8156 \text{ N} = 1,057 \cdot 0,6 \cdot 20,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{800 \text{ N}}{1,25 \cdot \text{mm}^2} \\ \geq 2,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot K_A = 2,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 = 245 \text{ N}$$

Interaktionsnachweis nach [13, 8-48]:

$$\frac{F_{v Ed}}{F_{v Rd}} + \frac{F_{t Ed}}{1,4 \cdot F_{t Rd}} \leq 1 \Rightarrow \frac{245 \text{ N}}{8156 \text{ N}} + \frac{2162 \text{ N}}{1,4 \cdot 11578 \text{ N}} \leq 1$$

Die Tragfähigkeit bezüglich Lochleibung nach [13, 8-46]:

$$k_{1worst-case} = 1$$

$$\alpha_{bworst-case} = 2,5$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$R_{ms} = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{b Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot \frac{R_{ms}}{\gamma_{M2}} \geq F_{v Ed} \Rightarrow 48000 \text{ N} = 1 \cdot 2,5 \cdot 6 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} \cdot \frac{800 \text{ N}}{1,25 \cdot \text{mm}^2} \\ \geq 245 \text{ N}$$

5 Anschluss des ESP-Blockes an das bestehende Bremssystem

Um das Innere des ABS-Blockes vor Korrosion zu schützen werden beide Eingänge mit Druck beschaltet. Da der Druck aus der Betätigungsseinrichtung von einem Zylinder erzeugt wird,

werden die 2 Ausgänge, die mit dem zweiten Eingang verbunden sind „tot“ geschaltet. Dies hat den Vorteil, dass ein eventuelles Nachrüsten einer Bremsanlage für die Hinterachse keine Probleme mit der bis dato vorhandenen Programmierung des ABS-Blockes nach sich ziehen würde. Ein Bremskraftverlust an der Vorderachse tritt dadurch nicht auf. Die 2 nicht benötigten Ausgänge werden mit Verschlusschrauben blind geschaltet.

5.1 Auswahl von Bremsschläuchen; Adapters und Blindstopfen

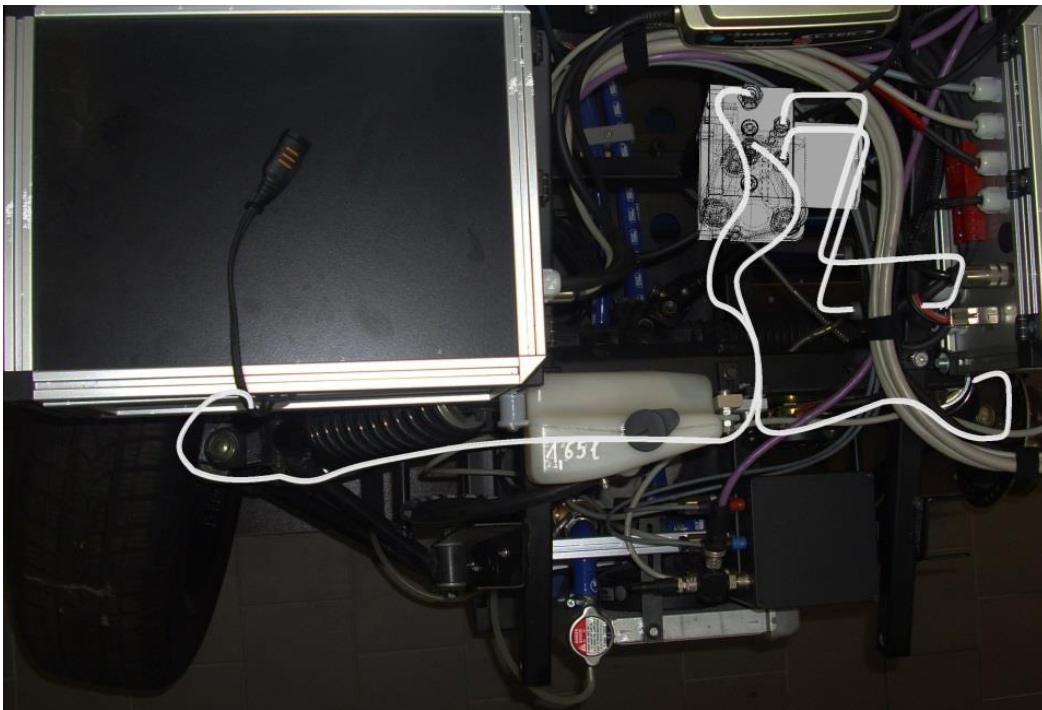


Abbildung 21: Veranschaulichung der Leitungsverlegung

Die Verbindung zwischen Hauptbremszylinder und ESP-Block soll aus Kostengründen mit starrer Leitung durchgeführt werden, da die beiden Baugruppen keiner Relativbewegung unterliegen. Allerdings sollten die Leitungen möglichst so verlegt werden, dass künftige Arbeiten am FreDy dadurch nicht unnötig behindert werden.

Eine Erkundigung bei Hydraulik-Service GmbH Salzwedel ergab, dass Bremsschlüche sicherheitsrelevante Bauteile und Verpressungen nur durch spezielle Fachbetriebe zulässig sind.

Über Henry Dumke Motorradtechnik in Salzwedel sind individuell zusammenstellbare lange Flexschläuche erwerblich. Allerdings sind diese sehr teuer (ca. 80,00€ brutto pro Meter).

Daraufhin wurde geprüft, ob die vorhandenen Bremsleitungen noch lang genug sind, um die Bremsen mit dem Hydraulikblock zu verbinden. Da diese noch ausreichen, wird auf die alten zurückgegriffen und entsprechende Adapter gesetzt.

Bei der Verbindung von ABS-Block und Scheibenbremse ist die Lenkbewegung und die Bewegung des Fahrwerks zu beachten. Hierbei muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Länge mit frei-hängendem Fahrwerk, abgenommen wird, damit der Schlauch bei einem Reifenwechsel oder Schlagloch nicht abreißt.

Baugruppe	Gewinde
Hauptbremszylinder Ausgang vorne	M10x1,25
Hauptbremszylinder Ausgang hinten	M10x1,25
ABS-Block Eingang vorne	M12x1
ABS-Block Eingang hinten	M12x1
ABS-Block Ausgang vorne links	M12x1
ABS-Block Ausgang vorne rechts	M12x1
ABS-Block Ausgang hinten links	M10x1
ABS-Block Ausgang hinten rechts	M10x1
Scheibenbremse Eingang vorne links	M10x1,25
Scheibenbremse Eingang vorne rechts	M10x1,25

Tabelle 5: Ein- und Ausgänge der Bauteile

Für die beiden Verbindungen von Hauptbremszylinder und starrer Leitung wird jeweils eine Überwurfschraube M10x1,25 für 5mm Leitungsdurchmesser mit Bördelungsform F gewählt.

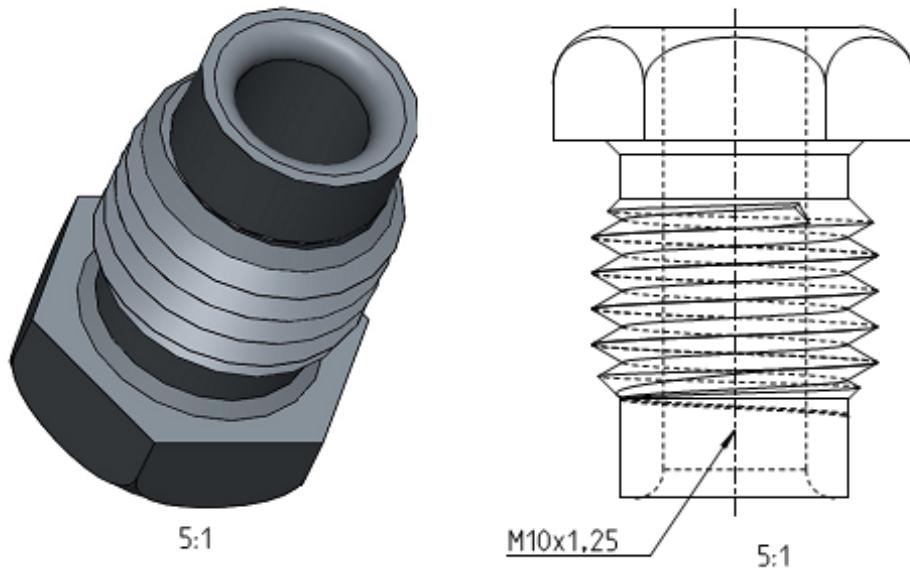


Abbildung 22: Überwurfschraube M10x1,25 Bördelung F 5mm Leitungsdurchmesser

Für die Verbindungen starrer Leitungen, vom Hauptbremszylinder kommend, und Hydraulikblock wird jeweils eine Überwurfschraube M12x1 für 5mm Leitungsdurchmesser

mit Bördelungsform F gewählt.

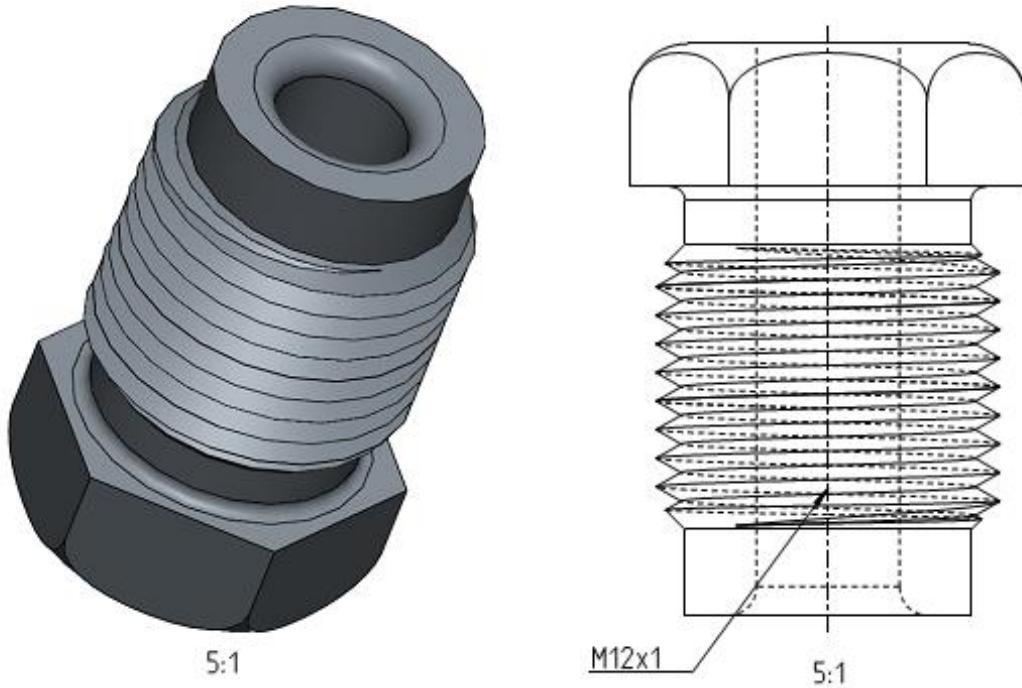


Abbildung 23: Überwurfschraube M12x1 Bördelung F 5mm Leitungsdurchmesser

Die beiden unbenötigten Ausgänge des Hydraulikblocks werden jeweils mit einer Verschluss schraube DIN908 M10x1 blind geschaltet.

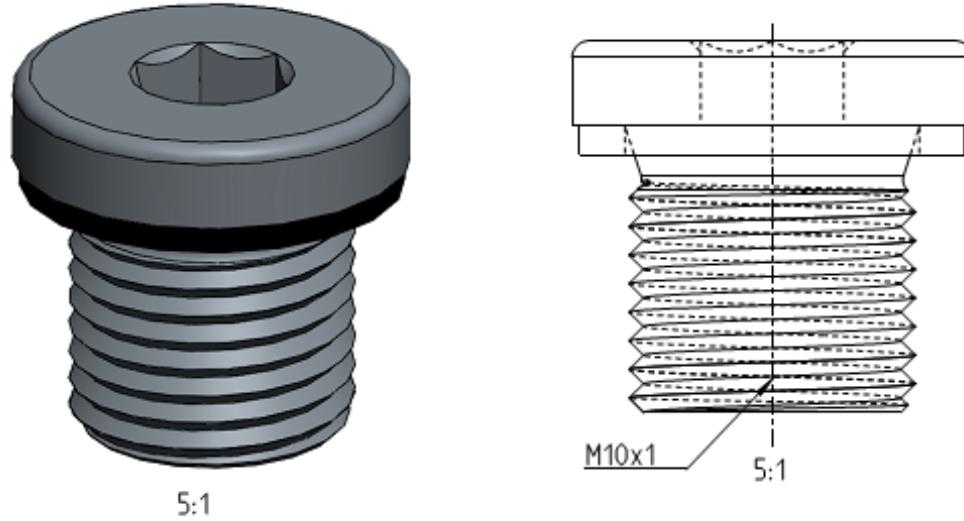


Abbildung 24: Verschluss schraube DIN908 M10x1

Die beiden Ausgänge für die Bremszylinder werden jeweils mit einem Adapter vom M12x1 AG zu M10x1 IG versehen.

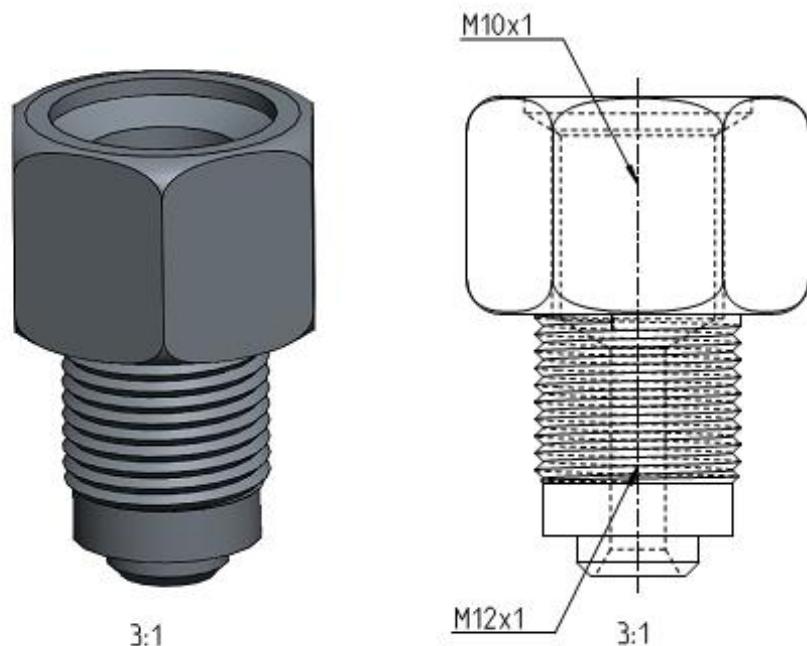


Abbildung 25: Adapter M12x1AG zu M10x1IG

Die alten flexiblen Bremsleitungen werden mit den jeweils paarweise vorhandenen Dichtringen durch eine Hohlschraube M10x1 an die Adapter abgeschraubt.

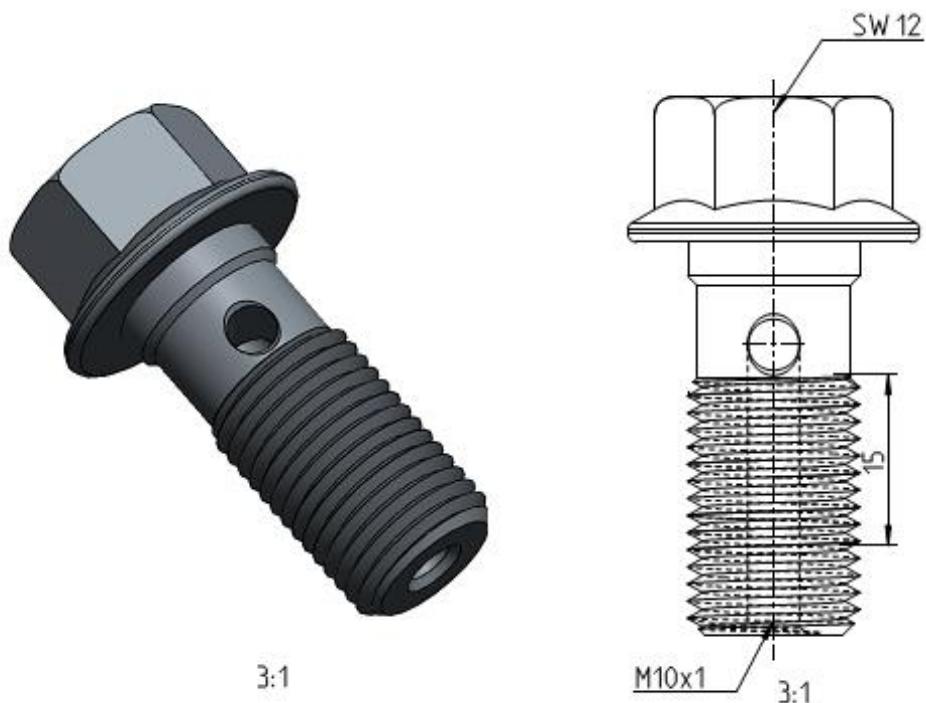


Abbildung 26: Hohlschraube M10x1

Hydraulikleitungen	Leitungslänge [cm]
Hauptbremszylinder Ausgang 1 zu ABS-Block Eingang 1	ca. 43
Hauptbremszylinder Ausgang 2 zu ABS-Block Eingang 2	ca. 55
ABS-Block Ausgang vorne links zu Scheibenbremse Eingang links	ca. 90
ABS-Block Ausgang 1.2 zu Scheibenbremse 2 Eingang	ca. 90

Tabelle 6: Verbindungelemente der Bauteile

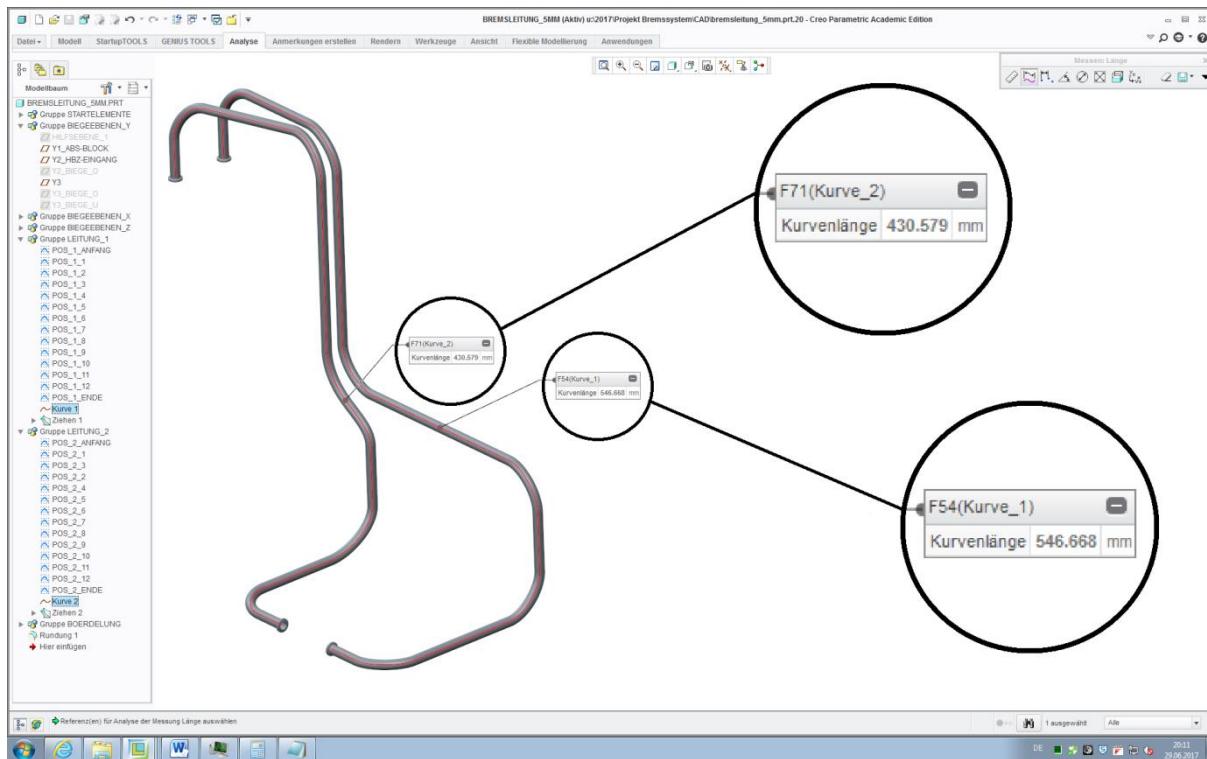


Abbildung 27: Ungefähr Längen der starren Leitung

Benötigte Teile	Menge
Starre Leitung Ø5mm	2
Überwurfschraube M10x1,25 Form F	2
Überwurfschraube M12x1 Form F	2
Adapter M12x1AG zu M10x1IG	2
Blindstopfen M10x1	2
Hohlschraube M10x1	2
Dot-4-Bremsflüssigkeit	250ml

Tabelle 7: Stückliste

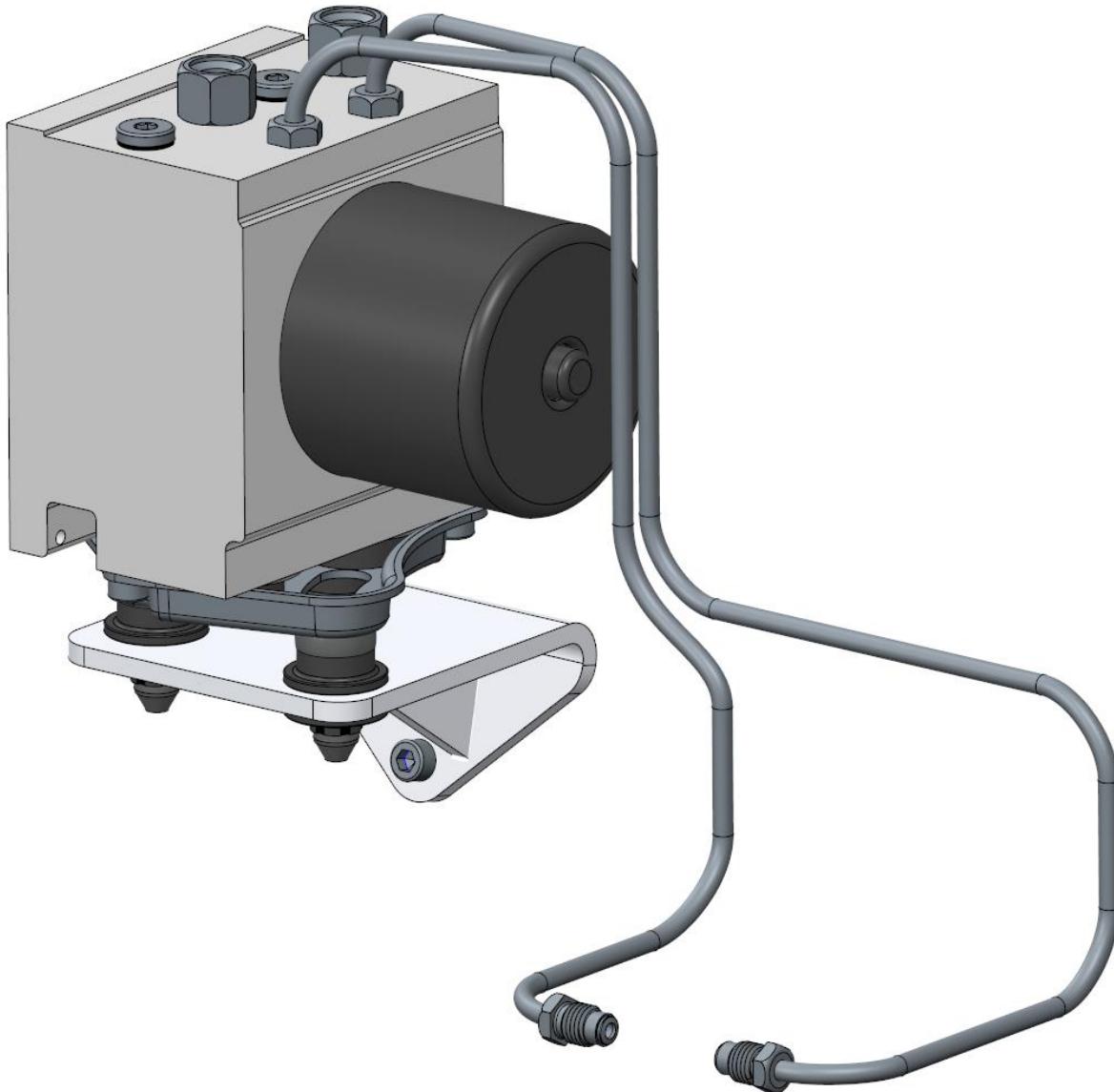


Abbildung 28: Zusammenbau mit starrer Leitung

Die starre Leitungen wird mit einer speziellen Zange am FreDy gebogen und mit einem speziellen Werkzeug vor Ort gebördelt. Abschließend wird Dot-4-Bremsflüssigkeit in den integrierten Ausgleichsbehälter des Hauptbremszylinders gefüllt und die Entlüftungsschrauben der Bremszylinder wiederholt unter Druck geöffnet.

6 Implementierung der Bremsblockeinheit in das bestehende CAD-Modell des FreDy

Die Implementierung ist gescheitert, da auf den Rechnern der Hochschule Autodesk Inventor 2013 Professional installiert ist und der FreDy-Zusammenbau auf einer Autodesk Inventor 2014 Version erstellt worden ist. Es gibt Probleme mit der Abwärts-Kompatibilität. Es lässt sich nicht öffnen.

7 Raddrehzahlsensoren

Es wurden folgende 3 Möglichkeiten für die Messung der Raddrehzahl überprüft.

7.1 Pick-up Sensor

Der Pick-up Sensor besteht aus einem Permanentmagneten und einer Spule. An der Welle muss eine ferromagnetische Außenverzahnung montiert sein. Wenn die Welle sich dreht, ändert sich die Verstärkung des Magnetfeldes durch die Verzahnung periodisch. Hierdurch ändert sich der magnetische Fluss periodisch. Dies hat eine induzierte Spannung in der Spule zur Folge, deren Frequenz und Amplitude von der Drehzahl der Welle abhängt.

7.2 Hallsensor mit exzentrisch platziertem Permanentmagneten

Ein Hallsensor besteht aus einer kleinen leitenden Platte, die stromdurchflossen ist. Die Platte wird so ausgerichtet, dass das zu messende Magnetfeld die Elektronen orthogonal zur Stromflussrichtung in der Platte verschieben würde. Es lässt sich nun eine Hallspannung messen, die proportional zur magnetischen Flussdichte ist (siehe Abbildung 22).

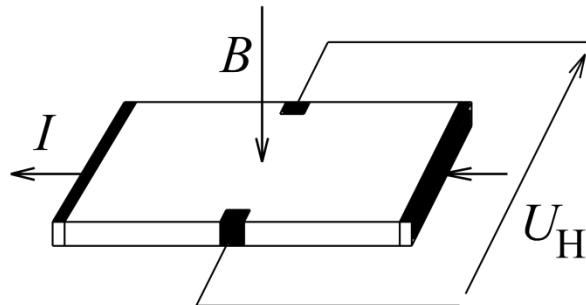


Abbildung 29: Funktionsprinzip Hall-Sensor [15]

An den beiden Vorderachsen des FreDy besteht die Möglichkeit Magnete aufzukleben und den Sensor, über eine Halterung, in unmittelbarer Nähe zu positionieren.

Gewählt wurde der Hallsensor Hamlin 55100-3H-02-A. Dieser ist besonders günstig und klein in den Abmessungen.

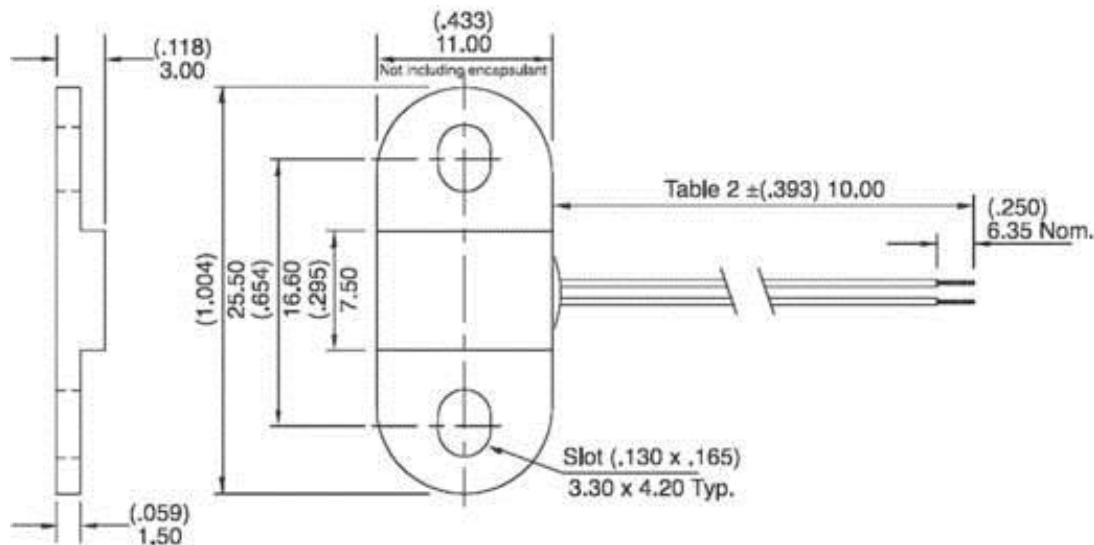


Abbildung 30: zählender Hallsensor [9]

7.2.1 Konstruktion der Halterungen zur Aufnahme der Hall-Sensoren

Eine Festigkeitsberechnung des Bleches ist aufgrund des geringen Gewichtes des Sensors überflüssig.

Es wird daher ein 2mm-Blech gewählt.

Es bietet sich an die Halterung am Bremssattel zu befestigen. Hier ist eine Schraube DIN6921 M10x1,5x20 8.8 verbaut, welche durch eine M10x1,5x25 8.8 ersetzt werden muss. Damit ergibt sich eine örtliche Blechstärke von 5mm.

$$t_{M10} = l_{M10x1,5x20} - l_{M10x1,5x25} = 25\text{mm} - 20\text{mm} = 5\text{mm}$$

Der Schraubenkopfdurchmesser ist zu gleich der maximale örtliche Durchmesser des ersten Befestigungselements:

$$d_{K_{M10}} = 22,3\text{mm}$$

$$d_{M10} \geq d_{K_{M10}} = 23\text{mm}$$

Unmittelbar daneben befindet sich eine zweite Bohrung M6x1. Sie befindet sich auf einer 4mm tieferen Ebene und ist auf einen Durchmesser von 17mm plan gefräst.

$$d_{M6} = 17\text{mm}$$

$$t_{M6} = 4\text{mm} + t_{Blech} = 4\text{mm} + 2\text{mm} = 6\text{mm}$$

Als Schraube wird eine DIN912 M6x1x16 gewählt.

Die Drehachse der Welle liegt 63mm von der Achse der Bohrung des Bremssattels entfernt. Auf ihr werden die beiden Bohrungen M3 für den Hallsensor aufgespannt.

Aus der Dicke des Bleches, der Mutternhöhe aus dem passenden Gewinde und der Stärke des Sensors, ergibt sich die Schraubenlänge:

$$l_{Schraube\ min} = t_{Halterung} + t_{Sensor} + t_{Mutter} = 2mm + 1,5mm + 2mm = 5,5m$$

Gewählt wird eine Schraube DIN912 M3x0,5x6.



Abbildung 31: Zusammenbau Sensorhalterung fahrerseitig links

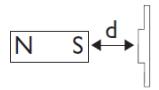
7.2.2 Auswahl von Magneten zur Messung der Raddrehzahl

Der Hersteller des Sensors empfiehlt folgende Magnetfeldstärken und Abstände des Sensors vom Magneten:

CUSTOMER OPTIONS - Sensitivity, Cable Length and Termination Specification

TABLE 1**HALL OPTIONS**

ACTIVATE DISTANCES ARE APPROXIMATE
USING NEFeB MAGNET
(.827L x .276W x .185H) 21 x 7 x 4.7
HAMLIN P/N 5812334000



Select Hall Option	Hall Type	Sensitivity Gauss (Typ.)	Activate - d (in) mm
2M	2 Wire Switch	120	(.531) 13.5
2H	2 Wire Switch	57	(.728) 18.5
2L	2 Wire Latch	40	(.827) 21.0
3M	3 Wire Switch	130	(.492) 12.5
3H	3 Wire Switch	59	(.709) 18.0
3L	3 Wire Latch	86	(.394) 10.0
AP	Analogue	Programmable	Consult Hamlin

TABLE 2

Cable Length:-
(Cable Type 24 AWG 7/32 PVC
105°C UL1430/UL1569)

Standard Lengths

SELECT OPTION	CABLE LENGTH (in) mm
01	(3.94) 100
02	(11.81) 300
03	(19.69) 500
04	(29.53) 750
05	(39.37) 1000

TABLE 3**Termination Options:-**

SELECT OPTION	DESCRIPTION (2 WIRE VERSION ILLUSTRATED)
A	Tinned leads
C	6.35mm fastons
D	AMP MTE 2.54mm pitch
E	JST XHP 2.5mm pitch

ORDERING INFORMATION

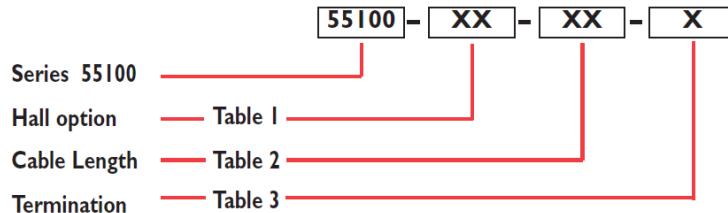


Abbildung 32: technisches Datenblatt Hallsensor [10]

Es wird ein diametral gepolter Magnet peripher auf die Welle geklebt, wobei die Pole nach Innen und nach Außen ausgerichtet werden. Der Sensor möglichst nahe tangential zur Welle positioniert. Der maximale Abstand zwischen Magneten und Sensor ist dem Datenblatt zu entnehmen.

7.2.3 Befestigung des Magneten auf der Welle

Der Magnet wird peripher auf die Welle geklebt. Die auf die Klebeverbindung wirkenden Kräfte aus der Zentrifugalkraft der Magnetmasse sind zu vernachlässigen. Bei Auswahl eines herkömmlichen 2-Komponenten-Klebstoff ist zu erwarten, dass eher die Nickelbeschichtung des Magneten versagt, als die Klebeverbindung.

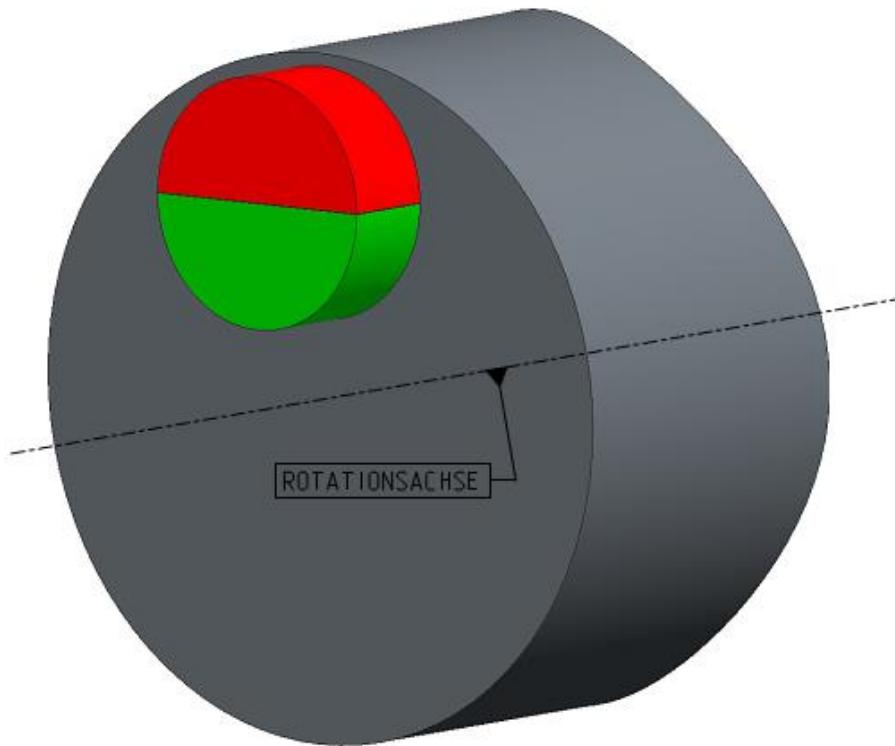


Abbildung 33: diametral gepolter Magnet peripher auf Welle

7.3 Hallsensor mit zentrisch platziertem Permanentmagneten

Wenn der Magnet zentrisch auf der Welle platziert wird und der Hallsensor darüber montiert ist, so lässt sich bei Drehung der Welle eine sinusförmige Spannung messen. Um Drehrichtung und Winkel sicher messen zu können ist ein zweiter um 90° gedrehter Hallsensor notwendig.

7.3.1 Konstruktion der Halterungen zur Aufnahme der Hall-Sensoren

Eine Festigkeitsberechnung des Bleches ist aufgrund des geringen Gewichtes des Sensors überflüssig.

Es wird daher ein 2mm-Blech gewählt.

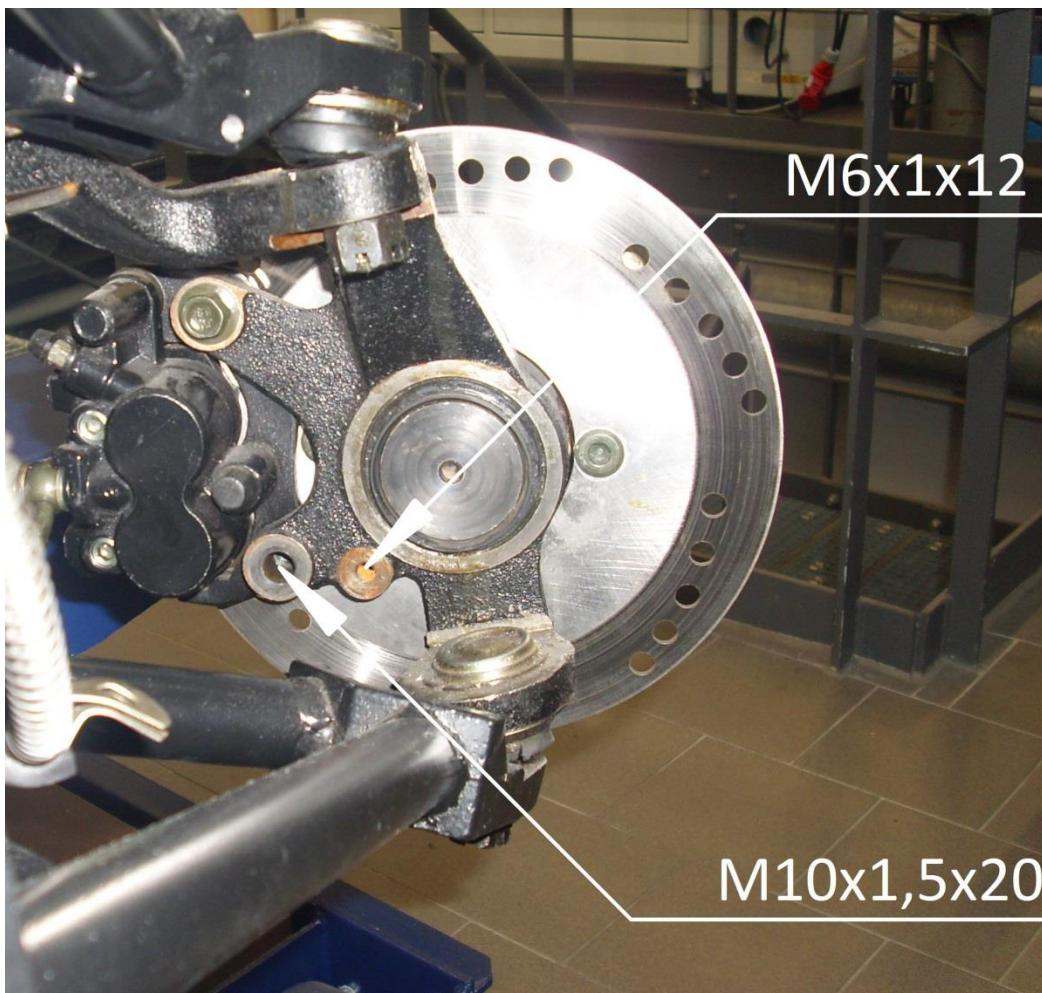


Abbildung 34: Aufnahmepunkte Halterung Hallsensor

Es bietet sich an die Halterung am Bremssattel zu befestigen. Hier ist eine Zahnflanschschraube DIN6921 M10x1,5x20 8.8 verbaut, welche durch die nächstlängere Ausführung M10x1,5x25 8.8 ersetzt werden muss. Damit ergibt sich eine örtliche Blechstärke von 5mm.

$$t_{M10} = l_{M10x1,5x20} - l_{M10x1,5x25} = 25\text{mm} - 20\text{mm} = 5\text{mm}$$

Der Schraubenkopfdurchmesser ist zu gleich der maximale örtliche Durchmesser des ersten Befestigungselements:

$$d_{K_{M10}} = 22,3\text{mm}$$

$$d_{M10} \geq d_{K_{M10}} = 23\text{mm}$$

Unmittelbar daneben befindet sich eine zweite Bohrung M6x1. Sie befindet sich auf einer 4mm tieferen Ebene und ist auf einen Durchmesser von 17mm plan gefräst.

$$d_{M6} = 17\text{mm}$$

$$t_{M6} = 4\text{mm} + t_{Blech} = 4\text{mm} + 2\text{mm} = 6\text{mm}$$

Als Schraube wird eine DIN912 M6x1x16 gewählt.

Die Drehachse der Welle liegt 63mm von der Achse der Bohrung des Bremssattels entfernt.
 Auf ihr werden die beiden Bohrungen M3 für den Hallsensor aufgespannt.

Aus der Dicke des Bleches, der Mutternhöhe und der Stärke des Sensors, ergibt sich die Schraubenlänge:

$$l_{Schraube\ min} = t_{Halterung} + t_{Sensor} + t_{Mutter} = 2mm + 1,5mm + 2mm = 5,5mm$$

Gewählt wird eine Schraube DIN912 M3x0,5x6.



Abbildung 35: prinzipieller Entwurf eines Zusammenbaus der neuen Sensorhalterung fahrerseitig links

7.3.2 Auswahl von Magneten zur Messung der Raddrehzahl

Es wird ein diametral gepolter Magnet benötigt. Dieser wird zentrisch auf die Welle geklebt und der Sensor auf der geometrischen Achse der Welle positioniert. Damit ist gewährleistet, dass der Hallsensor selbst langsamste Drehbewegung durch die Änderung des Magnetfeldes erfassen kann.

Grundsätzlich sollte sich ein günstiger Neodym-Magnet Scheibenmagnet eignen:

NdFeB N35

Der Abstand zwischen Magnet und Sensor sollte minimal gewählt werden.

7.3.3 Befestigung des Magneten auf der Welle

Da der Magnet hier zentrisch auf die Welle positioniert wird, wirkt praktisch keine Kraft auf die Verbindung. Eine Klebeverbindung erfüllt ihren Zweck. Bei Auswahl eines herkömmlichen 2-Komponenten-Klebstoff ist zu erwarten, dass eher die Nickelbeschichtung des Magneten versagt, als die Klebeverbindung.

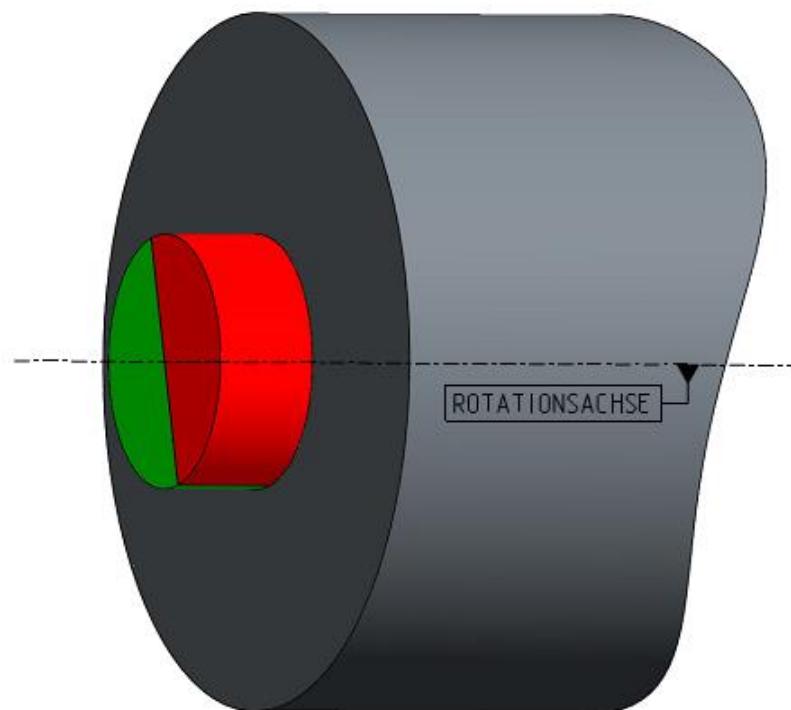
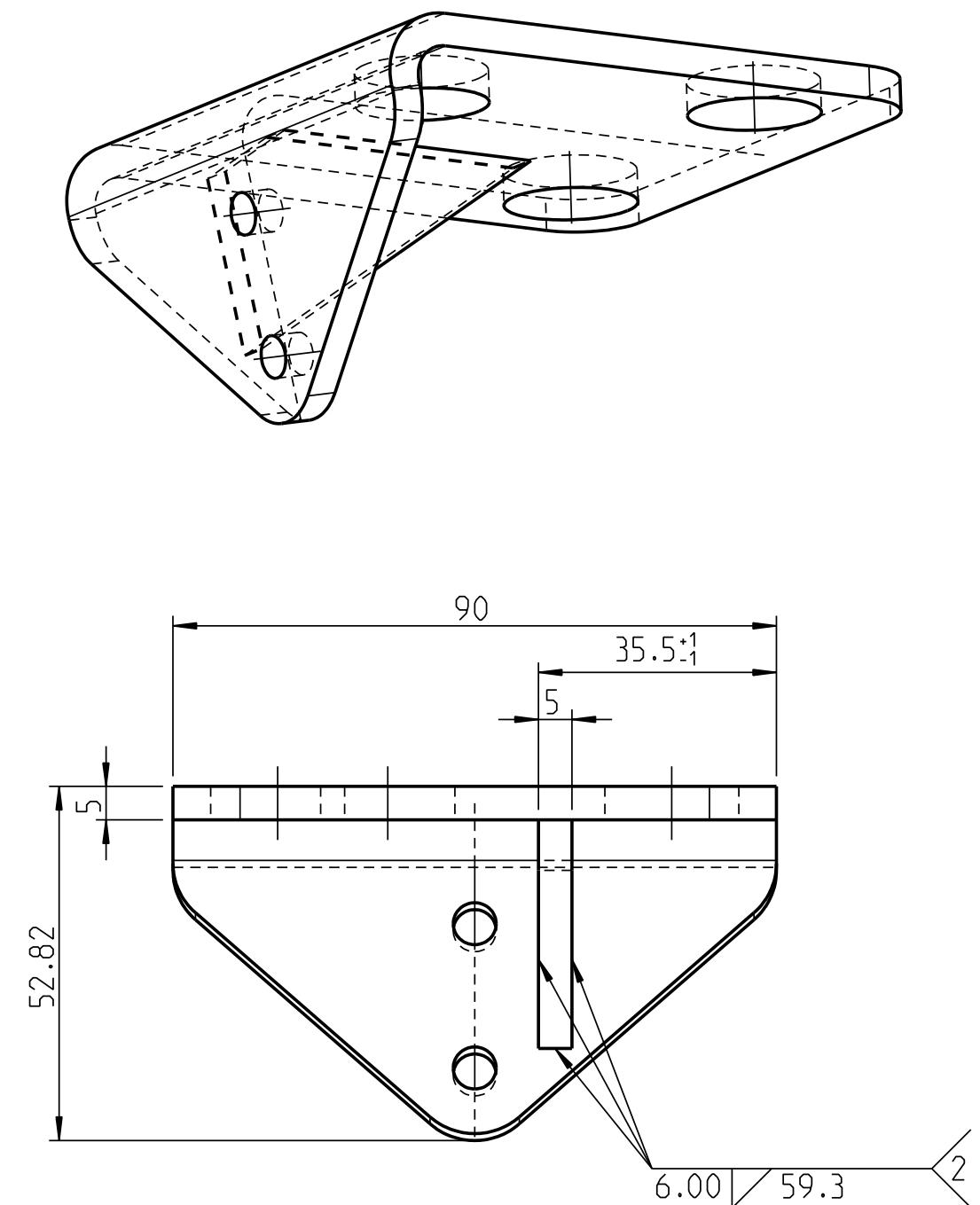


Abbildung 36: diametral gepolter Magnet zentrisch auf Welle

8 Quellen

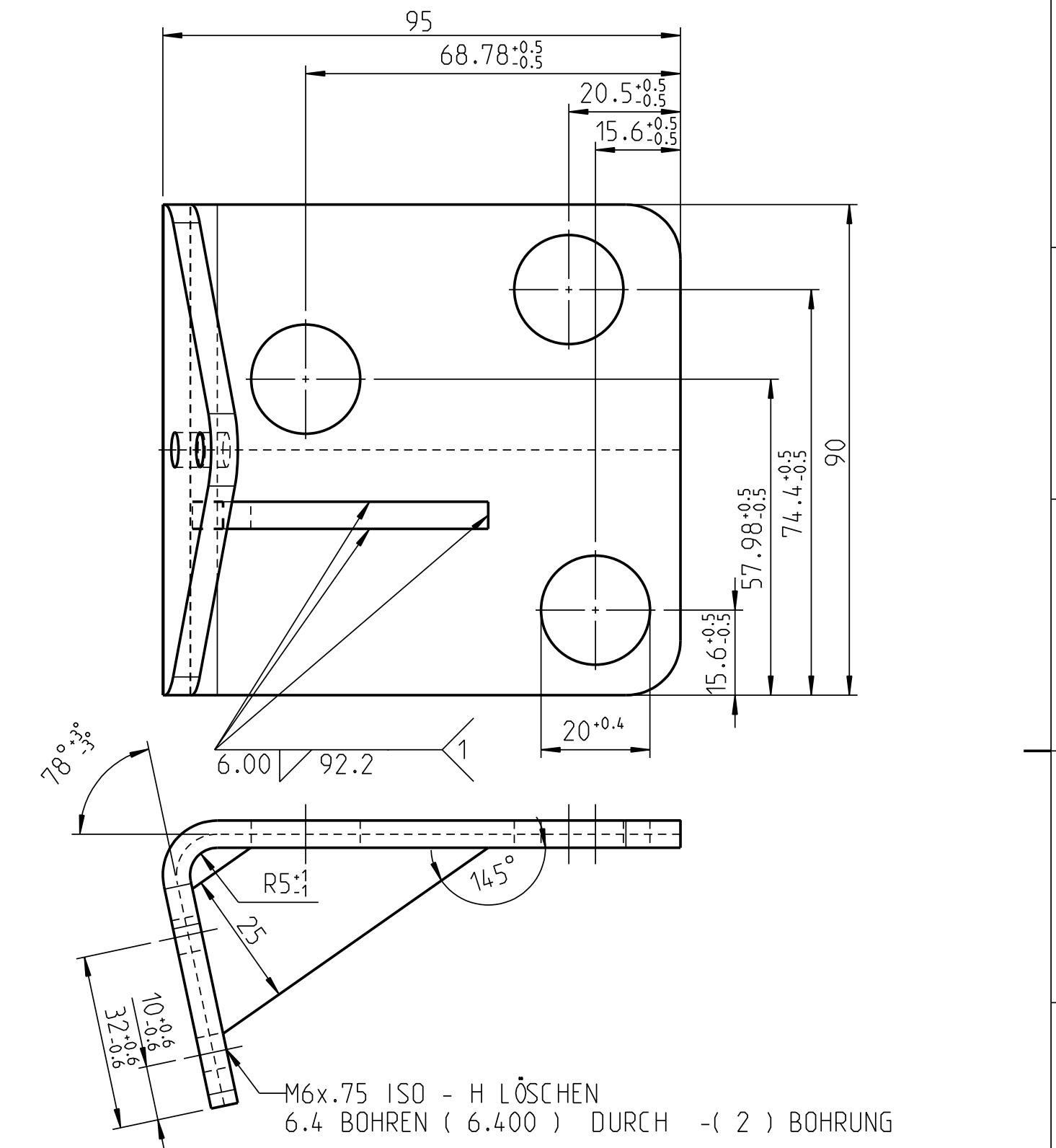
- [1] Stefan Einbock: Betriebsfestigkeit. Zugriff am 11.05.2017 unter:
<http://einbock-akademie.de/erfahren-sie-wie-sie-einfach-tragreserven-ihrer-bauteile-heben-indem-sie-die-statische-festigkeit-anheben-teil-22/>
- [2] Beat Schmied: Festigkeitsbewertung und FKM Richtlinie. Zugriff am 12.05.2017 unter:
<http://www.schmied-engineering.ch/www/diverses/Feuerabend%20Academy%20Teil1%20FKM.pdf>
- [3] Actronics GmbH: Bosch 8 ESP ABS Steuergerät. Zugriff am 12.05.2017
<http://www.actronics.eu/de/shop/peugeot-307-de/bosch-8-esp>
- [4] Bosch Videoportal: Die Geschichte und Funktion von Bosch ABS und ESP. Zugriff am 14.06.2017

- http://videoportal.bosch-presse.de/clip/_/-/Die-Geschichte-und-Funktion-von-Bosch-ABS-und-ESP-1?category=Bosch-in-a-minute
- [5] Mbpassion: 20 Jahre ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm) – der Lebensretter und seine Entstehungsgeschichte. Zugriff am 14.06.2017
<http://5komma6.mercedes-benz-passion.com/20-jahre-esp-der-lebensretter-und-seine-entstehungsgeschichte/>
- [6] Prof. Dr.-Ing. Tim J. Nisper: Kapitel 5: Fahrerassistenzsysteme. Zugriff am 14.06.2017
<http://www.hs-weingarten.de/~nisper/public/Download/Kapitel%205.3%20ESP%20Neues%20Layout.pdf>
- [7] Actronics GmbH: Bosch 8 ESP ABS Steuergerät. Zugriff am 16.06.2017
<http://www.actronics.eu/de/shop/product/bosch-8-esp>
- [8] Actronics GmbH: ABS-Unit Bosch 5.7. Zugriff am 16.06.2017
<http://www.actronics.eu/de/bosch-5-7/>
- [9] Conrad Electronics: Hallsensor Hamlin 55100-3H-02-A 3.8 - 24 V/DC. Zugriff am 17.06.2017
<https://www.conrad.de/de/hallsensor-hamlin-55100-3h-02-a-38-24-vdc-messbereich-0-18-mm-kabel-offenes-ende-503655.html>
- [10] Hamlin: HALLSENSOR_55100_3H_02_A. Zugriff am 17.06.
http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/500000-524999/503655-da-01-en-HALLSENSOR_55100_3H_02_A.pdf
- [11] Ebay: Hydraulikblock ABS 3C0614109C TRW VW PASSAT Variant 3C 2,0 103 KW 140 PS 02/2008 Zugriff am 18.06.2017
<http://www.ebay.de/itm/Hydraulikblock-ABS-3C0614109C-TRW-VW-PASSAT-Variant-3C-2-0-103-KW-140-PS-02-2008-/351834400512?fits=Year%3A2007%7CModel%3APassat+Variant&epid=1730226010&hash=item51eaf6e700:g:yAAOSw9IpX0xz>
- [12] Baumer Passion for Sensors: Funktionsweise und Aufbau von Magnetsensoren. Zugriff am 27.06.2017
<http://www.baumer.com/de-de/services/anwenderwissen/magnetsensoren/funktionsweise/>
- [13] Wittel, H.; Jannasch, D.; Voßiek J., Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung 13. Auflage, Springer Vieweg, 2016
- [14] Wittel, H.; Jannasch, D.; Voßiek J., Roloff/Matek Maschinenelemente Tabellenbuch 22. Auflage, Springer Vieweg, 2015
- [15] Wikipedia: Hall-Sensor. Zugriff am 29.06.2017
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d5/Halleffekt.svg/2000px-Halleffekt.svg.png>

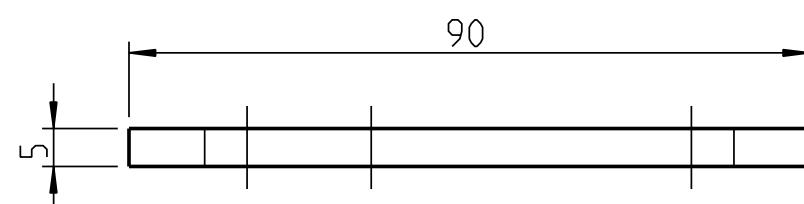
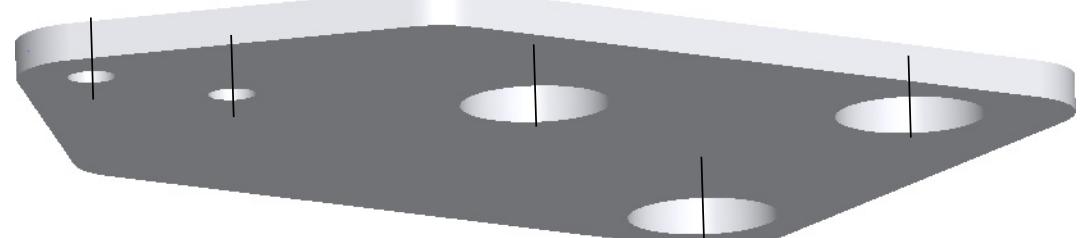


+0,2 -0,2

unbemaßte Radien 10mm

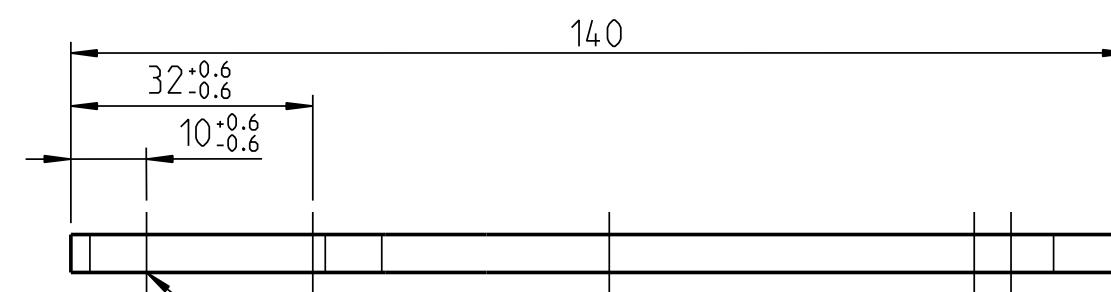
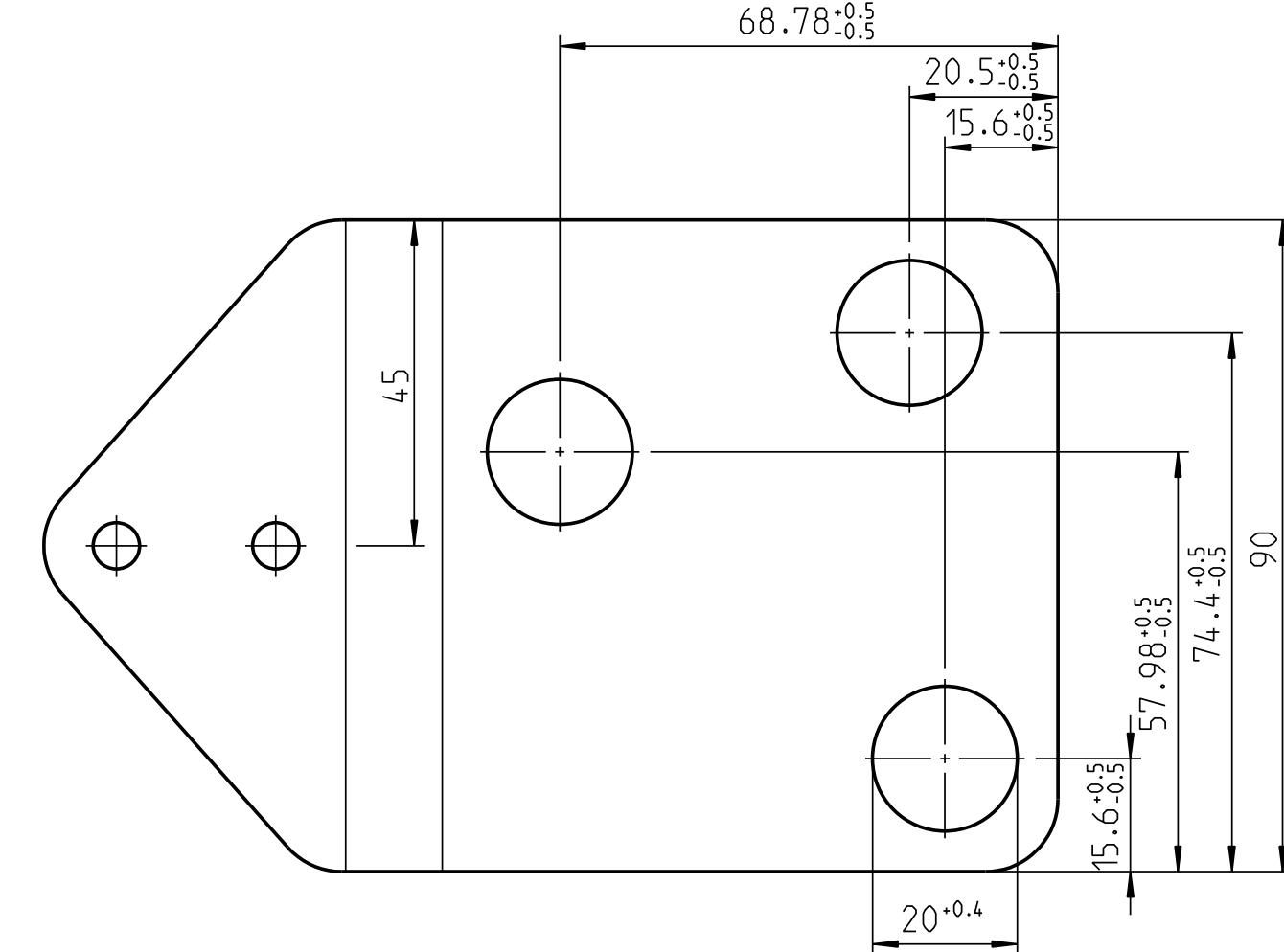


Dateiname des Modells WINKEL V5	Dateityp PART	Dateiname der Zeichnung WINKEL V5
	Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-m-S Kanten DIN ISO 13715	Maßstab 1:1 Masse 0.152 kg
		Material Aluminium Halbzeug -
	Datum Bear. 19.06.2017 Gepr. - Norm	Benennung Winkelhalterung für Hydraulikblock
		Zeichnungsnummer -
Ostfalia - Hochschule für angewandte Wissenschaften	Zust. Änderung Datum Name (Urspr.) (Ers. f.:) 7 (Ers. d.:) 8	Blatt 3 5 Bl.



+0,2 -0,2

unbemaßte Radien 10mm



M6x.75 ISO - H LÖSCHEN
6.4 BOHREN (6.400) DURCH -(2) BOHRUNG

Dateiname des Modells WINKEL V5			Dateityp PART	Dateiname der Zeichnung WINKELBLECH V5	
		Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-m-S	Kanten DIN ISO 13715	Maßstab 1:1	Masse 0.139 kg
				Material Aluminium	
				Halbzeug -	
				Benennung Blech für Winkelhalterung	
				Ostfalia - Hochschule für angewandte Wissenschaften	Zeichnungsnummer -
Zust.	Änderung	Datum	Name (Urspr.)	(Ers. f.:)	(Ers. d.:)

1

2

3

4

A

A

B

B

C

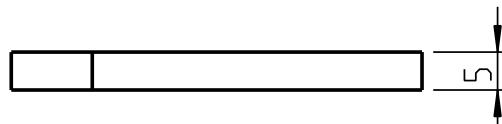
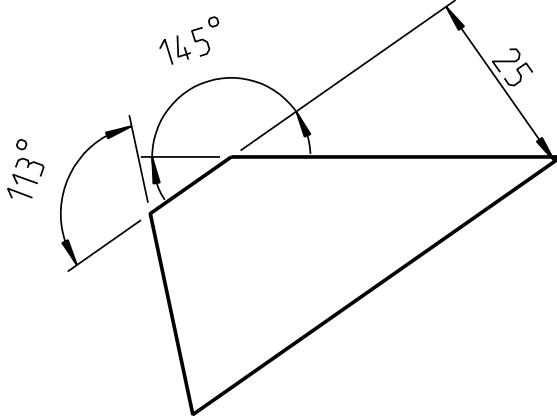
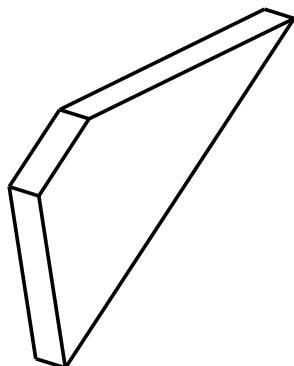
C

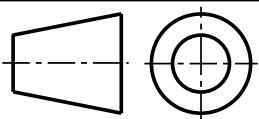
D

D

E

E



Dateiname des Modells WINKEL V5				Dateityp PART	Dateiname der Zeichnung KNOTENBLECH V5			
				Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-m-S	Kanten DIN ISO 13715	Maßstab 1:1 Masse 0.012 kg		
		Datum	Name	Material Aluminium	Benennung Knotenblech für Winkelhalterung			
		Bear. 19.06.2017	A. König	Halbzeug -				
		Gepr. -	-					
		Norm						
				Zeichnungsnummer -		Blatt 2		
Zust.	Änderung	Datum	Name (Urspr.)	(Ers. f.:)	(Ers. d.:)	5 Bl.		

A

A

B

B

C

C

1

1

1

F

F

F

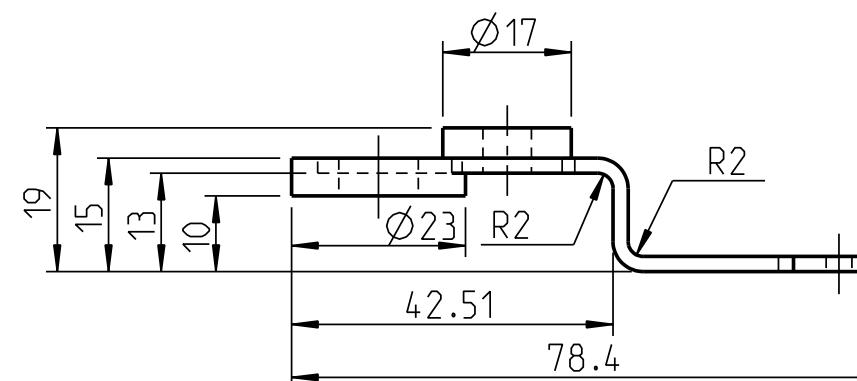
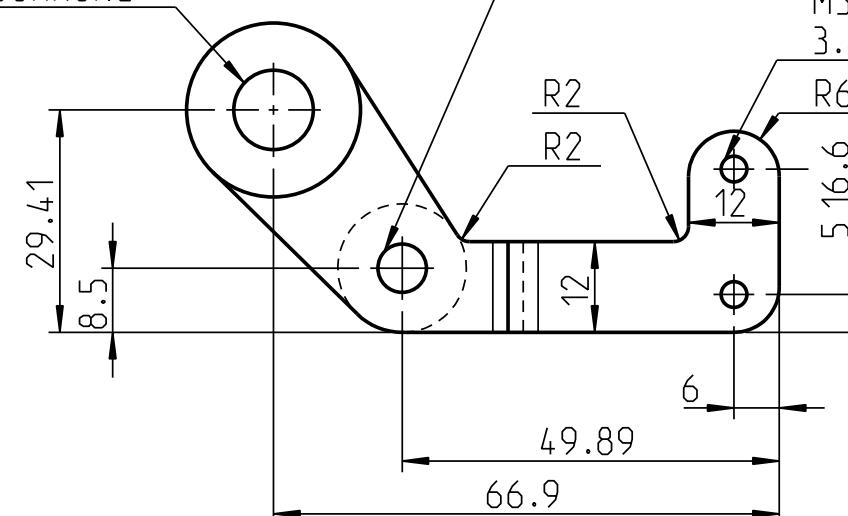
F

$$\begin{array}{c} | \\ -0,2 \end{array} \quad \begin{array}{c} | \\ +0,2 \end{array}$$

M10 DIN - H LÖSCHEN
10.5 BOHREN (10.500) DURCH -(1) BOHRUNG

M6x.75 ISO - H LÖSCHEN
6.4 BOHREN (6.400) DURCH -(1) BOHRUNG

M3x.5 ISO - H LÖSCHEN 3.4 BOHREN (3.400) DURCH -(2) BOHRUNG



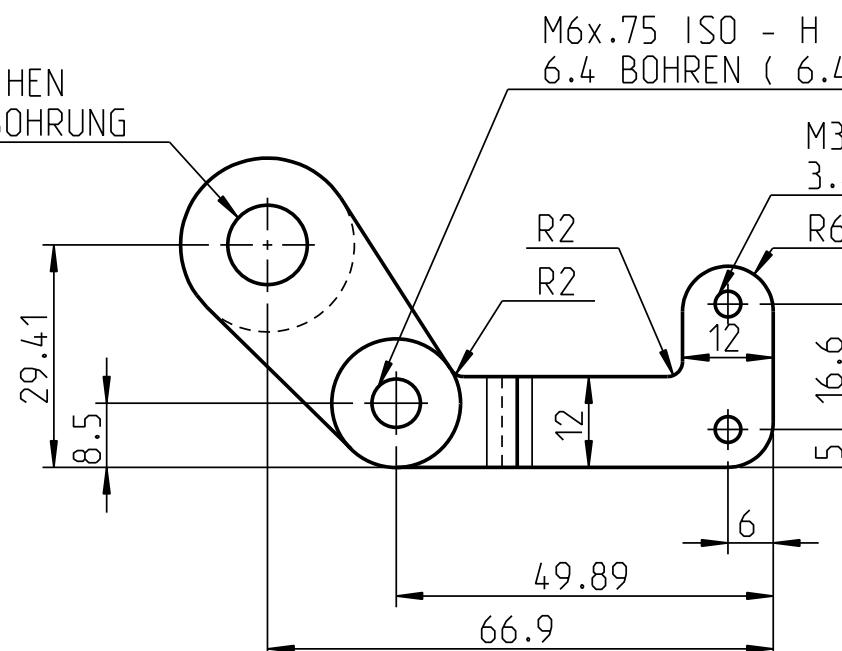
Dateiname des Modells HALTERUNG HALLSENSOR LINKS				Dateityp PART	Dateiname der Zeichnung HALTERUNG HALLSENSOR LINKS	
	Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-m-S	Kanten DIN ISO 13715	Maßstab 1:1	Masse 0.013 kg		
			Material Aluminium			
			Halbzeug -			
	Datum	Name	Benennung Halterung links für Hallsensor			
	Bear.	20.06.2017				
	Gepr.	-				
	Norm					
	Ostfalia - Hochschule für angewandte Wissenschaften		Zeichnungsnummer		Blatt	4
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Ers. f.:)	(Ers. d.:)

A

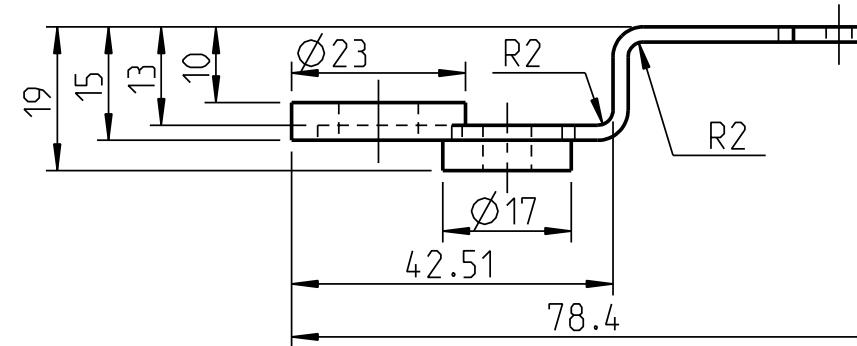
M10 DIN - H LÖSCHEN
10.5 BOHREN (10.500) DURCH -(1) BOHRUNG

M6x.75 ISO - H LÖSCHEN
6.4 BOHREN (6.400) DURCH -(1) BOHRUNG

M3x.5 ISO - H LÖSCHEN
3.4 BOHREN (3.400) DURCH -(2) BOHRUNG



B

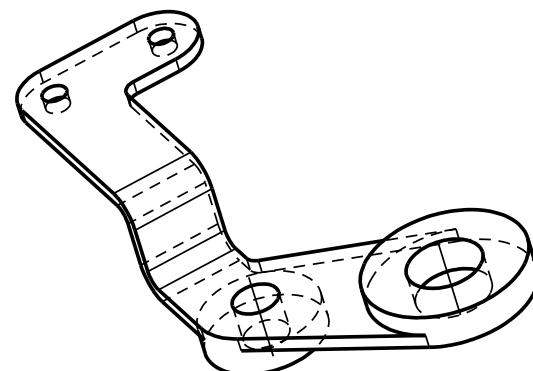


C

D

E

F



-0.2 +0.2

Dateiname des Modells HALTERUNG HALLENSENSOR RECHTS			Dateityp PART	Dateiname der Zeichnung HALTERUNG HALLENSENSOR RECHTS	
		Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-m-S	Kanten DIN ISO 13715	Maßstab 1:1	Masse 0.013 kg
				Material Aluminium	
				Halbzeug -	
				Benennung Halterung rechts für Hallsensor	
					Zeichnungsnummer -
		Ostfalia - Hochschule für angewandte Wissenschaften			Blatt 5 5 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name (Urspr.)	(Ers. f.:)	(Ers. d.:)