

Diplomarbeit

Ölpumpe



Autor: Stefan Bächler

Dozent: Dominic Schüpbach

Schule: TEKO Luzern

Klasse: L-TMA-17-Mo-b

Fach: Maschinenbau

Eingereicht an:

Schweizerische
Fachschule

TEKO

TEKO Schweizerische Fachschule

Pilatusstrasse 38, 6003 Luzern

Vorgelegt von:

Stefan Bächler

Dipl. Techniker HF Maschinenbau

L-TMA-17-Mo-b

Untere Gründlistrasse 12, 6055 Alpnach

Telefon.: 079 886 36 89

Firma:



RUAG AG

Eichstrasse 13, 6055 Alpnach

Diplombegleiter TEKO:

Dominic Schüpbach

Experte TEKO:

Kurt Obrist

Thema:

Ölpumpe

Abgabetermin:

12.10.2020

Inhalt

1	Management Summary.....	6
1.1	Ausgangslage.....	6
1.2	Themenwahl.....	6
1.3	Zielsetzung.....	6
1.4	Lösungsvorschlag	7
2	Vorwort	8
2.1	RUAG	8
2.2	Nutzen der Unterhaltungsarbeit.....	9
2.2.1	Schmierung der Blattarme	9
2.2.2	Fahrwerkzylinder.....	10
3	Ausgangslage.....	11
3.1	Thema.....	11
3.2	Rahmenbedingungen	11
3.2.1	Student	11
3.2.2	Meilensteine.....	11
3.2.3	Arbeitsumfang.....	11
3.2.4	Schriftlicher Bericht.....	11
3.2.5	Bewertung und Benotung	11
4	Planen und Klären	12
4.1	Aufgabenstellung	12
4.2	Abgrenzung	12
4.3	Abstraktion.....	12
4.3.1	Schmierölpumpe	12
4.3.2	Hydraulikölpumpe.....	12
4.4	Ziele	12
4.4.1	Generelle Ziele	12
4.4.2	Technische Ziele	12
4.4.3	Teilziele.....	12
4.4.4	Persönliche Ziele	13
4.5	Kernprobleme	13
5	Terminplanung	14
6	Infosammlung.....	15
6.1	Bisherige Pumpen	15
6.2	Arbeitserklärung.....	16
6.2.1	Arbeitserklärung mit der Schmierölpumpe.....	16

6.2.2	Arbeitserklärung Hydraulikölpumpe	17
6.3	Anschlüsse	18
6.4	Marktanalyse.....	18
6.5	Pumpen und Antrieb	18
6.6	Brauchbares vorhandenes Material.....	19
6.6.1	Öltank	19
6.7	Nutzwertanalyse	19
6.8	Risikobewertung.....	20
6.8.1	Punktebewertung.....	20
6.8.2	Risikoverminderung	20
6.9	Auswertung Infosammlung	21
7	Anforderungsliste	22
7.1	Freigabe der Anforderungsliste.....	23
8	Konzipieren.....	24
8.1	Blackbox	24
8.1.1	Beschreibung der Gesamtfunktion	24
8.2	Aufteilung in Teilfunktionen.....	25
8.3	Morphologischer Kasten	26
8.4	Punktebewertung.....	1
8.4.1	Bewertung der Lösungsvarianten	30
8.4.2	Konzeptskizze	27
8.4.3	Variante A.....	34
8.4.4	Variante B.....	34
8.4.5	Variante C.....	35
8.4.6	Entscheid	35
9	Entwerfen	36
9.1	CAD-Modell	36
9.2	Berechnungen	36
9.2.1	Druckberechnung.....	36
9.2.2	Auswertung Druckberechnungen	40
9.2.3	Festigkeitsberechnungen	41
10	Auslegung der Komponenten.....	46
10.1	Ölpumpen.....	46
10.2	Auslegung für Pumpensystem	47
10.3	Auslegung für Transportwagen	50
11	Nachkonstruieren.....	51
11.1	Zweites 3D CAD-Modell	51
11.2	Nachberechnungen	51

11.2.1	Auswertung Nachberechnung.....	56
12	Material und Budget	57
12.1	Bestellliste	57
12.2	Kostenplanung.....	58
13	Auswertung	59
13.1	Aktueller Stand	59
13.2	Beschreibung des Produkts	60
13.3	Auswertung Anforderungsliste	61
13.4	Fazit	64
13.5	Lessons learned	64
13.6	Schlusswort	64
14	Anhang	65
14.1	Literaturverzeichnis.....	65
14.1.1	Abbildungsverzeichnis.....	65
14.1.2	Tabellenverzeichnis	66
14.2	Telefonbesprechungen	67
14.3	Selbständigkeitserklärung	67
14.4	Öldatenblätter	68
14.5	Zeichnungen	70
14.5.1	MET-Vorschriften	78

1 Management Summary

1.1 Ausgangslage

Im Zusammenhang mit der Weiterbildung als Maschinenbautechniker an der höheren Fachschule TEKO, muss eine Diplomarbeit erarbeitet werden. Für den Super Puma/Cougar Unterhalt in Alpnach werden zwei Handölpumpen benutzt. Mit diesen Handölpumpen werden zwei Personen benötigt, um die Arbeiten auszuführen.

Eine Ölpumpe wird benötigt, um das Schmieröl der Hauptrotorarme neu zu befüllen. Alle 500 Flugstunden wird das Öl der Blattarme abgelassen und neues aufgefüllt. Um das Öl aufzufüllen, muss eine Person die Handpumpe bedienen, währenddessen die zweite Person auf einem Dreitritt steht und die Füllmenge an einem Schauglas abliest. Wenn diese Arbeit allein ausgeführt wird, muss die Person ständig den Dreitritt hoch und runter und es besteht die Gefahr, dass der Ölbehälter überfüllt wird. Das Ziel ist es nun, eine Ölpumpe zu konstruieren und herzustellen, mit welcher die Pumpe auf dem Dreitritt per Knopfdruck an- und ausschaltbar ist.

Die zweite Ölpumpe wird benötigt, um die Füllungen des Haupt- und Bugfahrwerkdämpfers zu gewährleisten. Hier muss eine Person einen Wagenheber bedienen, während die zweite Person die Handpumpe bedient. Auch diese Pumpe soll per Knopfdruck an und abschaltbar sein. Damit nur noch der Wagenheber bedient werden muss. Bei diesem Arbeitsschritt wird der Dämpfer komplett mit Hydrauliköl gefüllt. Sobald der Dämpfer komplett gefüllt ist, wird das Öl wieder abgeführt und es wird kontrolliert ob Luft im Öl vorhanden ist. Falls ja, wird der Dämpfer nochmals komplett mit Öl gefüllt, bis keine Luft im Öl ist. Sobald dies der Fall ist, kann mit einer Lehre die Füllmenge bestimmt werden.

Beide Pumpen müssen mobil sein. Sie müssen nicht tragbar sein, aber fahrbar. Damit sie in der Werkstatt problemlos verschiebbar sind.

1.2 Themenwahl

Dieses Thema wurde gewählt, weil es eine spannendes Projekt ist und einen sinnvollen Nutzen hat. Zudem ist der Vorteil, dass von der Planung bis zur Fertigung und Funktionsprüfung alles erarbeitet werden kann. Das Endergebnis soll die Arbeit der Helikoptermechaniker in Alpnach erleichtern.

1.3 Zielsetzung

- Die Ölpumpe muss von einer Person ohne Hilfsmittel an den gewünschten Arbeitsplatz transportierbar sein.
- Die Arbeiten mit der neuen Ölpumpe müssen mit einer Person möglich sein.
- Das gepumpte Öl darf keine Luft enthalten.
- Die Bedienung der Ölpumpen muss unkompliziert und effizient sein.
- Die Ölbehälter, Pumpen und Schläuche müssen dicht sein und keine Verschmutzungen am Boden hinterlassen.
- Der Öltank muss mindestens 10 Liter beinhalten.
- Die Materialkosten für beide Ölpumpen dürfen 2500 CHF nicht überschreiten.

1.4 Lösungsvorschlag

Für den Lösungsvorschlag werden die Pumpen EP 100 und Marco UPX verwendet. Beide Pumpen sind Zahnradpumpen und elektrisch über den Netzbetrieb angetrieben. Die Marco UPX ist mit FKM Dichtungen ausgestattet. Sie leistet sechs bar und hat eine Fördermenge von 10l/min. Die EP 100 leistet acht bar und hat eine Fördermenge von 11l/min. Die zwei Pumpen werden auf dem Riffelblech montiert. Als Schwingungsdämpfer dienen Gummipuffer zwischen der Ölpumpe und dem Riffelblech. Der Öltank ist aus Stahl und beinhaltet ein Volumen von 11.7 Liter. Der Öltank wird mit vier M8 Schrauben direkt am Stahlrahmen befestigt. Das Gerüst wird mit Vierkant Stahlrohren 20mmx20mm geschweisst. Als Gerüstboden dient ein Riffelblech mit der Breite 410mm und der Länge 260mm. Es werden zwei Vollgummiräder mit dem Durchmesser 140mm verwendet. Die Räder sind an einer Stahlwelle mit dem Durchmesser 15mm und der Länge von 500mm angeschraubt. Für das Transportieren des Öls sind Gummidruckschläuche vorgesehen, welche selbst zugeschnitten und mit Schlauchschellen befestigt werden. Für die Reinheit des Öls werden Hydraulikfilter verwendet. Um den Druck zu reduzieren sind Druckregulierventile mit integriertem Manometer eingebaut. Für die Entlüftung des Hydraulikschlauches sind Umschaltventile eingebaut, mit welchen das Öl zurück in den Tank geleitet wird. Die Fernschaltung der Schmierölpumpe funktioniert über einen Schalter, welcher in einem Boplagehäuse montiert ist und durch ein Kabel mit der Pumpe verbunden ist. Das Kabel hat eine Länge von drei Metern und kann somit problemlos ferngeschaltet werden. Die Gesamthöhe der beiden Produkte betragen 1200mm, die Breite 410mm und die Länge 260mm. Das Gesamtgewicht mit leerem Öltank beträgt 26kg für die Schmierölpumpe und 12.6kg für die Hydraulikölpumpe.

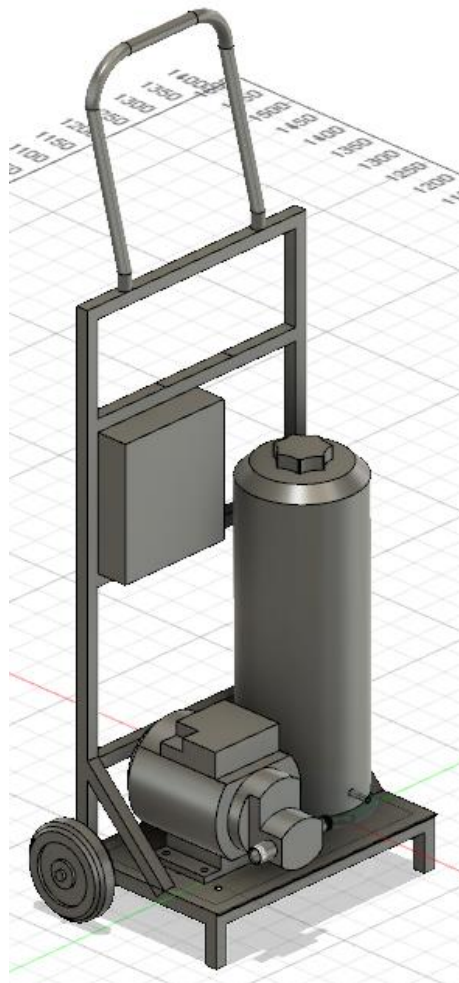


Abbildung 1: Lösungsvorschlag

2 Vorwort

Im Sommer 2012 startete ich mit meiner Berufslehre als Polymechaniker in der RUAG Alpnach. Nach den ersten zwei Jahren Grundausbildung wurde ich auf dem Super Puma/Cougar zum Helikoptermechaniker ausgebildet. Nach meiner Berufslehre habe ich die Rekrutenschule in der Militärmusik in Aarau gemacht. Nach der Rekrutenschule durfte ich weiterhin bei der RUAG als Helikoptermechaniker arbeiten. Im Oktober 2017 startete ich mit meiner Weiterbildung zu Techniker HF Maschinenbau an der TEKO in Luzern. Im Zusammenhang meiner Weiterbildung ist eine Diplomarbeit zu erarbeiten. Die Arbeit wird für das Unternehmen RUAG erarbeitet. Deshalb wird als erstes die Firma beschrieben. In einem weiteren Schritt wird der Nutzen der Unterhaltungsarbeiten erklärt.

2.1 RUAG

Die RUAG ist ein Schweizer Technologiekonzern und hauptsächlich in den Märkten Luftfahrt und Rüstungsindustrie tätig. Der Standort Alpnach ist spezialisiert auf Unterhalt von Helikoptern. Es werden Super Pumas, Cougars, EC 635 wie auch verschiedene Kleinhelikopter von der RUAG unterhalten. Es wird ein Projekt erstellt, welches den Unterhalt des Super Puma/Cougar erleichtert. Hauptkunde von der RUAG ist die Schweizer Luftwaffe. Die Luftwaffe besitzt 25 Super Puma/Cougar und 20 EC 635.



Abbildung 2: Super Puma der Schweizer Armee

2.2 Nutzen der Unterhaltungsarbeit

Damit eine Super Puma einwandfrei fliegen kann, ist regelmässig ein Ölwechsel nötig. Nun wird beschrieben, welcher Nutzen die Unterhaltungsarbeiten haben.

2.2.1 Schmierung der Blattarme

Der Super Puma besitzt vier Hauptrotorblätter. Die Rotorblätter werden an den Blattarmen mit zwei Blattbolzen befestigt. Mit den Pitchlink verstellt man den Blattwinkel. Durch die Drehung der Blattarme sind Drehlager notwendig, die geschmiert sind. Jeder Blattarm hat ein Ölreservoir, welches die Lager mit dem nötigen Öl versorgt. Das Drehlager besteht aus sieben Rollenlager. Um nur eine kleine Menge Öl nachzufüllen gibt es oben einen Einfüllstutzen. Für eine Ölwechsel muss man jedoch von unten das Öl über die Einfüllverschlüsse hochpumpen.

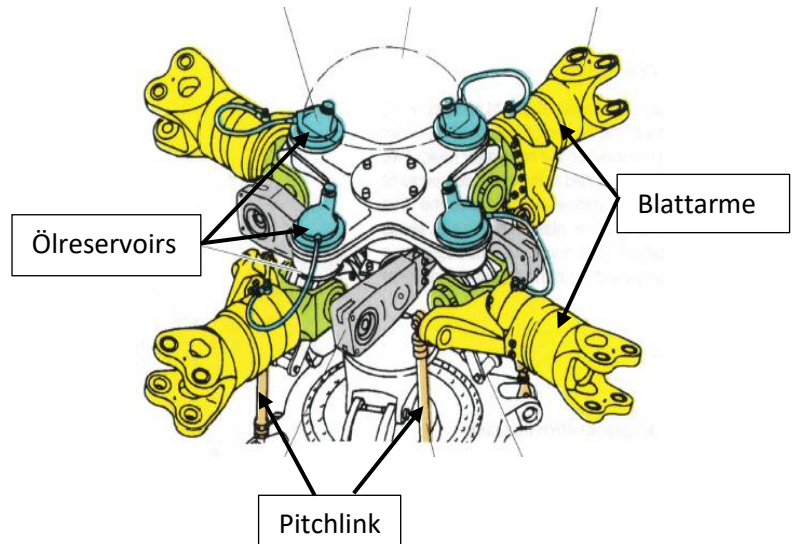


Abbildung 3: Hauptrotorkopf

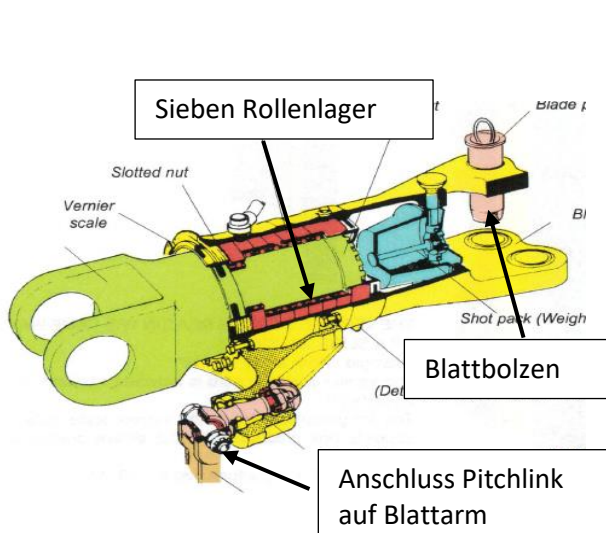


Abbildung 5: Blattarm

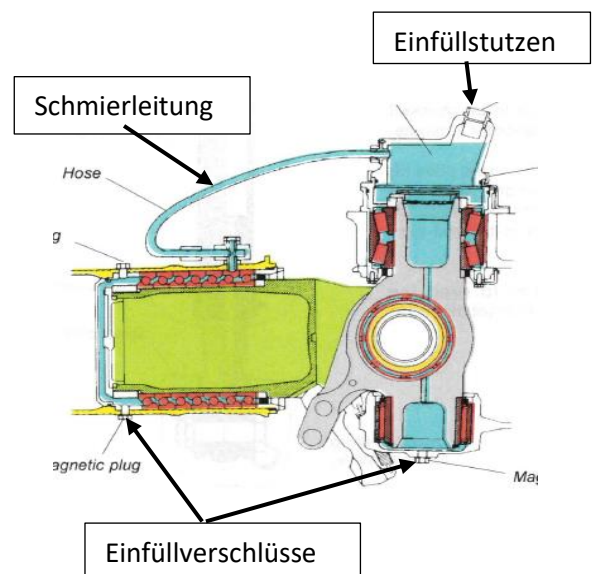


Abbildung 4: Ölsystem Blattarm

2.2.2 Fahrwerkzylinder

Die Fahrwerkzylinder der zwei Hauptfahrwerkdämpfer sind mit drei verschiedenen Systemen aufgebaut. Es gibt ein System für das Ein- und Ausfahren des Fahrwerks und zwei Systeme für die Dämpfung bei einer Landung. Im Normalfall wird die Landung mit der Tiefdruckkammer gedämpft. Die Hochdruckkammer kommt nur bei sehr harten Landungen zum Einsatz. Die Tiefdruckkammer hat 15 bar und die Hochdruckkammer 220 bar. Die Tiefdruckkammer hat zusätzlich zum Stickstoff auch noch Hydraulikflüssigkeit, die mit der neuen Pumpe in die Kammer gepumpt wird. Das Bugfahrwerk hat einen Ein-Ausfahrzylinder und einen Dämpfer mit 20 bar. Die Dämpferfüllung wird mit Stickstoff und Hydrauliköl gewährleistet. Eine Hochdruckkammer ist beim Bugfahrwerk nicht vorhanden.

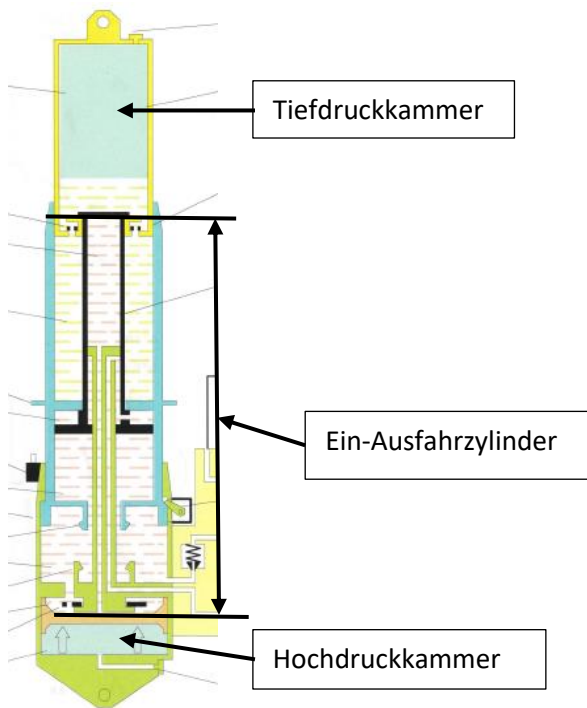


Abbildung 7: Hauptfahrwerkdämpfer

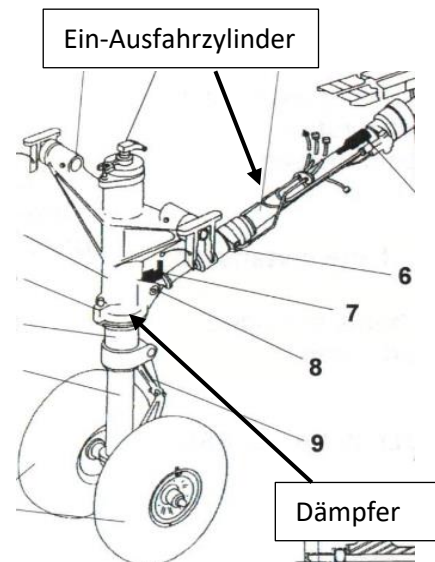


Abbildung 6: Bugfahrwerk

3 Ausgangslage

3.1 Thema

Im Zusammenhang mit der Weiterbildung als Maschinenbautechniker an der höheren Fachschule TEKO, muss eine Diplomarbeit erarbeitet werden. Für den Super Puma/Cougar Unterhalt in Alpnach werden zwei Handölpumpen benutzt. Mit diesen Handölpumpen werden zwei Personen benötigt, um die Arbeiten auszuführen.

Eine Ölpumpe wird benötigt, um das Schmieröl der Hauptrotorarme neu zu befüllen. Alle 500 Flugstunden wird das Öl der Blattarme abgelassen und neues aufgefüllt. Um das Öl aufzufüllen, muss eine Person die Handpumpe bedienen, währenddessen die zweite Person auf einem Dreitritt steht und die Füllmenge an einem Schauglas abliest. Wenn diese Arbeit allein ausgeführt wird, muss die Person ständig den Dreitritt hoch und runter und es besteht die Gefahr, dass der Ölbehälter überfüllt wird. Das Ziel ist es nun, eine Ölpumpe zu konstruieren und herzustellen, mit welcher die Pumpe auf dem Dreitritt per Knopfdruck ein- und ausschaltbar ist.

Die zweite Ölpumpe wird benötigt, um die Füllungen des Haupt- und Bugfahrwerkdämpfers zu gewährleisten. Hier muss eine Person einen Wagenheber bedienen, während die zweite Person die Handpumpe bedient. Auch diese Pumpe soll per Knopfdruck an und abschaltbar sein. Damit nur noch der Wagenheber bedient werden muss. Bei diesem Arbeitsschritt wird der Dämpfer komplett mit Hydrauliköl gefüllt, sobald der Dämpfer komplett gefüllt ist, wird das Öl wieder abgeführt und es wird kontrolliert ob Luft im Öl vorhanden ist. Falls ja, wird der Dämpfer nochmals komplett mit Öl gefüllt, bis keine Luft im Öl ist. Sobald dies der Fall ist, kann mit einer Lehre die Füllmenge bestimmt werden.

Beide Pumpen müssen mobil sein. Sie müssen nicht tragbar sein, aber fahrbar. Damit sie in der Werkstatt problemlos verschiebbar sind.

3.2 Rahmenbedingungen

3.2.1 Student

Die Arbeit wird von Stefan Bächler durchgeführt.

3.2.2 Meilensteine

- Projektstart: 17.08.2020
- Besprechungen 1+2: 31.08.2020/ 07.10.2020
- Abgabetermin Dokumentation: 12.10.2020
- Präsentation: 28.20.2020

3.2.3 Arbeitsumfang

Durch Beschaffung von Informationen und Ideen sind Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Es sollen drei verschiedene Lösungsvarianten ausgearbeitet werden und daraus die beste Lösungsvariante entworfen und umgesetzt werden.

3.2.4 Schriftlicher Bericht

Die Projektarbeit umfasst einen schriftlichen Bericht, Entwurf und das Endergebnis. Anhand des Berichts muss der Lösungsweg problemlos nachvollziehbar sein.

3.2.5 Bewertung und Benotung

- Brauchbares Produkt
- Vielfältiges Bearbeiten der Lösungskonzepte
- Verbindung der Arbeit mit erlerntem Wissen an der TEKO.
- Darstellung und Struktur der schriftlichen Arbeit.
- Präsentation

4 Planen und Klären

4.1 Aufgabenstellung

Die Unterhaltungsarbeiten sind zeitaufwändig, wodurch hohe Kosten entstehen. Es wird eine Lösung gesucht, bei der eine Person für die Arbeit eingespart werden kann. Zusätzlich soll die Arbeit schneller als zuvor erledigt werden können.

4.2 Abgrenzung

Diese Diplomarbeit beinhaltet die Erstellung und Umsetzung eines Lösungsvorschlages. Es wird ein 3D CAD-Modell und für die wichtigsten Komponenten 2D CAD-Zeichnungen erstellt. Die zwei Prototypen werden angefertigt und es wird eine Funktionsprüfung durchgeführt.

Die Optimierungen nach dem ersten Funktionstest werden erst nach der Diplomarbeit durchgeführt.

4.3 Abstraktion

4.3.1 Schmierölpumpe

1. Es ist eine Pumpe zu konstruieren, mit welcher von einer Person in 15 Minuten die Blattarme des Super Pumas geschmiert werden können.
2. Es ist ein System zu konstruieren, mit welchem man die Blattarme eines Super Puma schmieren kann.
3. Es ist ein System zu konstruieren, mit welchem geschmiert werden kann.

4.3.2 Hydraulikölpumpe

1. Es ist eine Pumpe zu konstruieren, mit welcher von einer Person in einer Stunde die drei Fahrwerkdämpferfüllungen gewährleistet werden können.
2. Es ist ein System zu konstruieren, mit welchem man die Fahrwerkdämpferfüllungen gewährleisten kann.
3. Es ist ein System zu konstruieren, mit welchem gefüllt werden kann.

4.4 Ziele

4.4.1 Generelle Ziele

- Strukturablauf einhalten
- Terminplan einhalten
- Erlerntes Wissen der TEKO umsetzen

4.4.2 Technische Ziele

- Unterhaltungsarbeiten sollen mit einer Person ausgeführt werden können.
- Die Ölpumpen müssen mobil sein.
- Die Pumpen müssen funktionstüchtig sein.

4.4.3 Teilziele

- Freigabe der Anforderungsliste.
- Zwischenbesprechung 1+2.
- Lösungsvorschlag für die Herstellung der zwei Ölpumpen.
- Herstellung der zwei Ölpumpen.
- Analyse und Auswertung des Produktes.

4.4.4 Persönliche Ziele

- Selbständiges Ausarbeiten der Lösungsvarianten.
- Begründete Entscheidungen fällen.
- Durch die Erarbeitung dieser Diplomarbeit soll ich mich bestmöglich auf Projekte, welche mir nach meiner Weiterbildung bevorstehen, vorbereiten.

4.5 Kernprobleme

- Auslegung der richtigen Pumpe.
- Auslegung der mechanischen Komponenten (Profile, Räder).
- Ansteuerung per Knopfdruck.
- Vorrichtung für Pumpe und Tank.

5 Terminplanung

Projektplan Diplomarbeit	
Projektleiter	Stefan Bächler
Diplombegleiter	Dominic Schüpbach
Starttermin	17.08.2020
Abgabetermin	12.10.2020
Präsentation	28.10.2020

Soll-Planung

Ist-Zustand

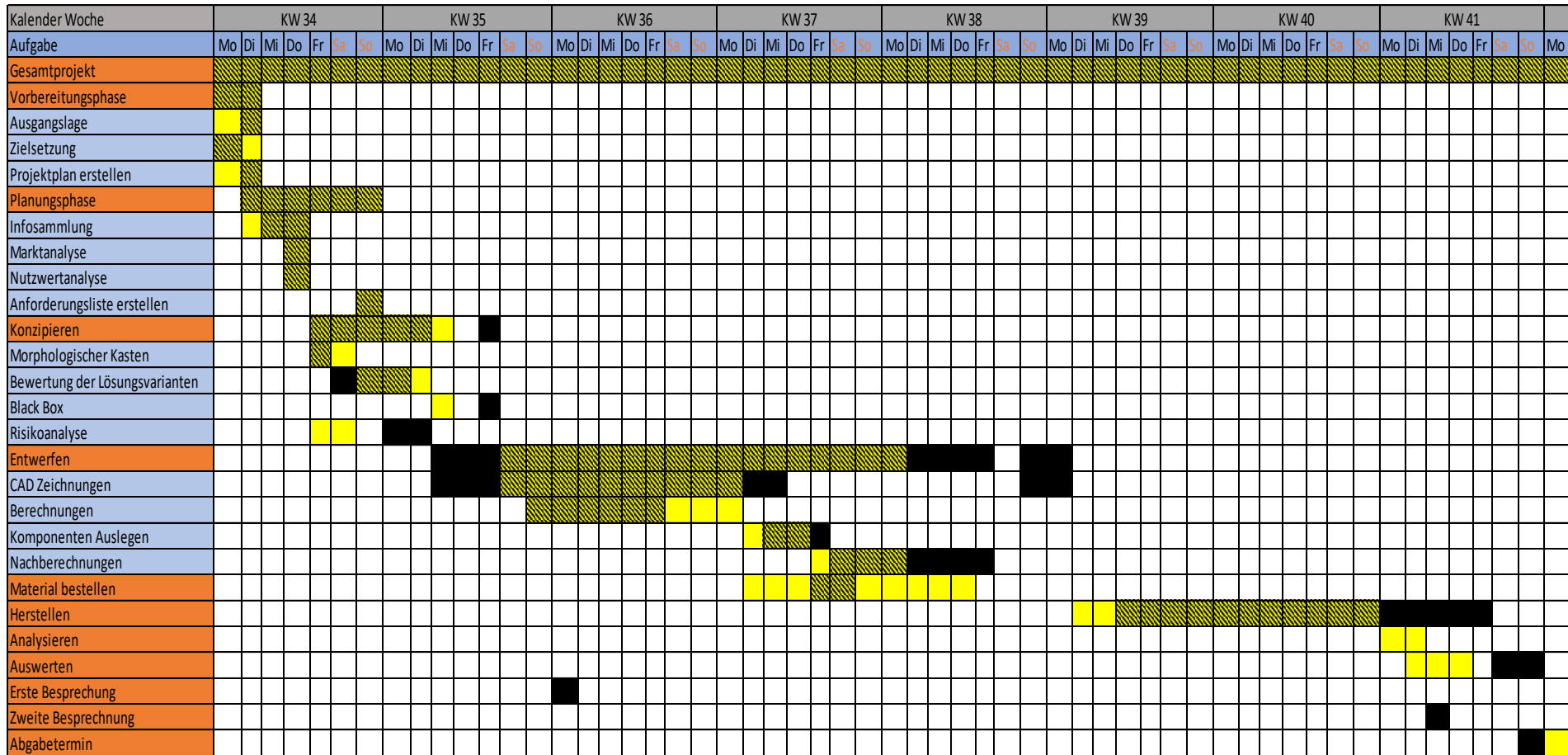


Abbildung 8: Terminplan

6 Infosammlung

Die Infosammlung gibt die nötigen Informationen, um die Anforderungen zu bestimmen.

6.1 Bisherige Pumpen

Die zwei Pumpen, welche wir bis anhin besitzen hat die RUAG vor rund 20 Jahren konstruiert und hergestellt.

Die Wartungsarbeiten können mit diesen Pumpen problemlos ausgeführt werden. Jedoch haben sie auch Nachteile, welche man verbessern kann. Mit den neuen Pumpen sollen Mannstunden eingespart werden und es soll die Arbeit vereinfachen.

Die Nachteile der bisherigen Pumpen:

- Es ist eine Handpumpe installiert. Dies erfordert bei der Arbeit eine zweite Person, da eine Person mit pumpen beschäftigt ist.
- Die Pumpen sind nicht komplett dicht und es gibt ständig Verschmutzungen auf dem Boden.

Die Vorteile der bisherigen Pumpen:

- Sehr gute Mobilität. Die beiden Pumpen sind einfach in der Werkstatt verschiebbar.
- Der Öltank hat eine gute Grösse, damit man nicht ständig das Öl nachfüllen muss.

Beide Pumpen, welche wir bis anhin besitzen haben eine Höhe von 1.1m und eine Breite von 0.3m.

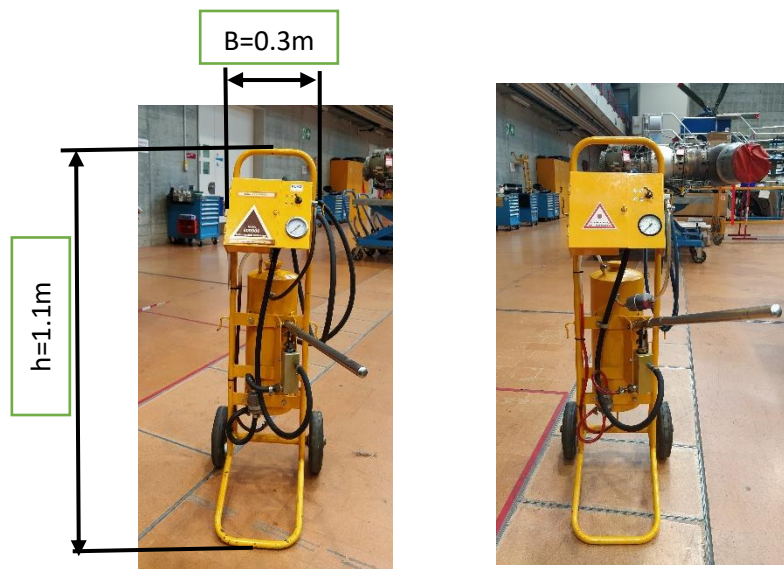


Abbildung 9: Bisherige Pumpe

6.2 Arbeitserklärung

Bei der Arbeitserklärung wird genau beschrieben, wie die Unterhaltungsarbeiten ablaufen.

Das Ziel ist daraus Schlüsse zu ziehen, welche Anforderungen nötig sind.

6.2.1 Arbeitserklärung mit der Schmierölpumpe

Die vier Blattarme am Hauptrotorkopf müssen alle 500 Flugstunden mit neuem Öl beaufschlagt werden. Zuerst muss das alte Öl abgelassen werden, um anschliessend neues Öl einzufüllen. Auf dem Bild sieht man, dass das Schauglas auf einer Höhe von 2.2 Metern ist. Deshalb wird ein Dreitritt benötigt, um den Ölstand zu prüfen. Beim Einfüllstutzen wird die Ölleitung angeschlossen, um danach mit der Pumpe das Öl einzufüllen.

Da der Einfüllstutzen auf zwei Meter Höhe ist, muss die Ölleitung mindestens drei Meter lang sein.

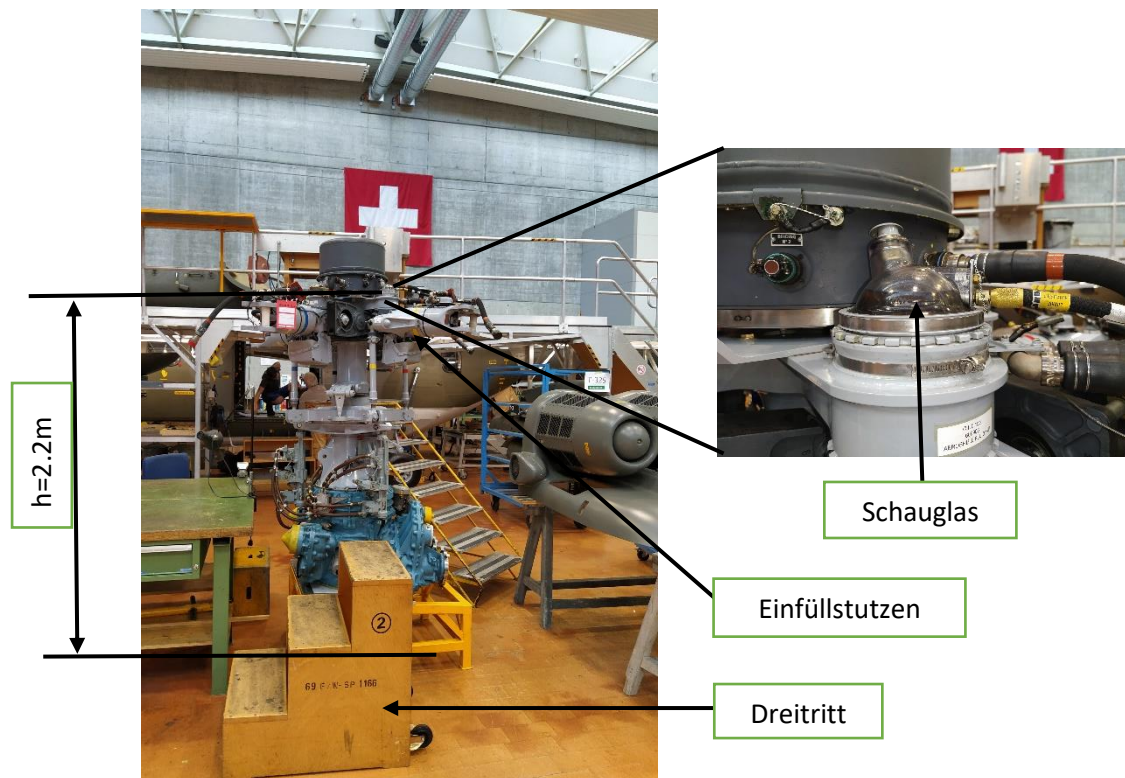


Abbildung 10: Hauptrotorkopf

6.2.2 Arbeitserklärung Hydraulikölpumpe

Schritt 1: Zuerst lässt man den Stickstoffdruck ab, indem man das Anschlussventil öffnet. Danach stösst man mit dem Wagenheber den Zylinder komplett zusammen, um den restlichen Stickstoff und die Hydraulikflüssigkeit zu entfernen. Dafür schliesst man eine Entleerungsflasche an das Anschlussventil.

Schritt 2: Als nächstes füllt man den Zylinder komplett mit Hydraulikflüssigkeit

Schritt 3: Beim dritten Schritt drückt man das Hydrauliköl mit dem Wagenheber wieder zurück in die Pumpe. Dafür benötigt die Pumpe ein Umschaltventil. Dabei ist zu beachten, dass das ausgepumpte Öl keine Luft enthält. Falls das Öl Luftblasen hat, muss man wieder zurück zum Schritt 2. Ansonsten weiter zum Schritt 4.

Schritt 4: Wenn das Öl keine Luft hat wird nun mit einer Lehre die Menge des Hydrauliköls bestimmt.

Schritt 5: Zum Schluss füllt man den Zylinder mit Stickstoff. Mit dem Stickstoff erzeugt man einen Druck von 15 bar im Zylinder.



Abbildung 11: Hauptfahrwerk

Um das Anschlussventil zu erreichen, muss der Ölschlauch mindestens eine Länge von 2.5 Meter haben.

Durch die Arbeitserklärung stellt man fest, dass ein Umschaltventil nötig ist, um das Öl zurück in den Tank zu leiten. Da man kontrollieren muss ob Luft im Öl vorhanden ist, muss die Rücklaufleitung transparent sein.

6.3 Anschlüsse

Am Blattarm ist eine M8x1 Verschlusschraube montiert. Sobald man diese Schraube löst, strömt das Öl hinaus. Deshalb ist eine Schnellkupplung nötig. Sobald die Kupplung montiert ist, fließt kein Öl mehr hinaus und man hat genügend Zeit den Schlauch mit dem Gegenstück der Schnellkupplung zu montieren.

Der Anschluss des Hydraulikdämpfers ist ein G1/8 Zoll Gewinde. Das Schliess und Öffnungsventil öffnet man erst, sobald der Schlauch angehängt ist. Man benötigt für den Anschluss deshalb nur ein G 1/8 Zoll-Aussengewinde.

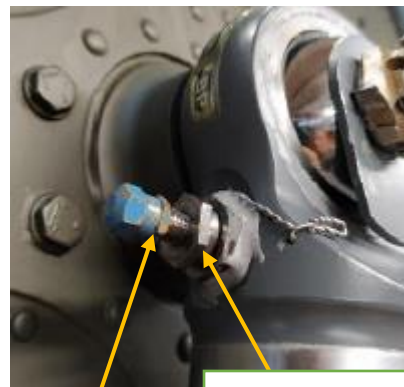


Verschlusschraube M8x1

Abbildung 13: Blattarm Ölverschluss



Abbildung 12: Schnellkupplung



Anschluss

Schliess und
Öffnungsventil G 1/8 Zoll

Abbildung 14: Fahrwerkzylinder Ölanschluss

6.4 Marktanalyse

Von den Ölherstellern Aeroshell und Nyco gibt es keine Lösung für die Aufgabenstellung. Vom Helikopterhersteller Airbus gibt es für den Unterhalt eine Handpumpe. Diese Handpumpe ist jedoch nicht besonders komfortabel. Da es eine Handpumpe ist, weist sie dieselben Probleme wie unsere alten Pumpen auf. Zudem ist sie unhandlich und hat einen sehr kleinen Tank. Deshalb hat die RUAG bereits ihre eigenen Ölpumpen hergestellt. Nun wird jedoch eine Lösung mit einer motorisierten Pumpe hergestellt. Es gibt keine fertige Lösung für dieses Projekt auf dem Markt.

6.5 Pumpen und Antrieb

Eine Ölpumpe treibt man mit Strom, Benzin, Druckluft oder von Hand an. Der Vorteil einer Pumpe, welche mit Strom versorgt wird, ist, dass man sie einfach per Knopfdruck ein- und ausschalten kann. Zudem gibt es Elektropumpen in sehr viel verschiedenen Grössen und Stärken. Ein Kolbenmotor ist eher für hohe Leistungen und wird selten als Ölpumpe verwendet. Druckluft angetriebene Pumpen sind eher teuer. Man unterscheidet zwischen drei Ölpumpen. Dies sind die Flügelzelpumpe, Zahnradpumpe und die Kolbenpumpe. Die Flügelzelpumpe wird für hohe Fördermengen benötigt. Die Zahnradpumpe wird für hohe wie auch für tiefe Fördermengen und Druckwerte eingesetzt.

6.6 Brauchbares vorhandenes Material

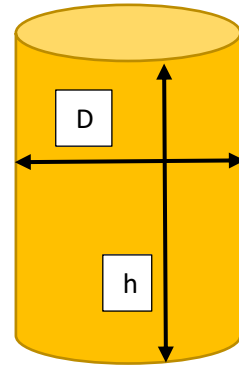
Für das Projekt wird auch bereits vorhandenes Material berücksichtigt. Es sind noch zwei alte Ölpumpen an Lager, welche nicht mehr verwendet werden. Um Kosten und Aufwand zu sparen, können einzelne Komponenten wiederverwendet werden.

6.6.1 Öltank

Da der Inhalt der alten Öltanks ideal war, wird ein ähnlich grosser Öltank eingesetzt.

Der alte Öltank hat eine Höhe von $h=460\text{mm}$ und einen Durchmesser $D=180\text{mm}$.

$$V = \frac{D^2 * \pi}{4} * h = \frac{(1.8\text{dm})^2 * \pi}{4} * 4.6\text{dm} = 11.7 \text{ dm}^3 = 11.7\text{l}$$



Somit wurde nun bestimmt, dass der Öltank etwa 10-15 Liter fassen soll.

Abbildung 15. Öltank

6.7 Nutzwertanalyse

In einem Jahr sind die beiden Unterhaltsarbeiten etwa 16 Mal zu erledigen. Mit der neuen Schmierölpumpe soll die Füllung von einer Person in 15 Minuten, statt von zwei Personen in 30 Minuten erledigt sein. Bei der Hydraulikölpumpe soll die Unterhaltsarbeit von einer Person in einer Stunde, statt von zwei Personen in 2 Stunden erledigt sein. Es ergibt sich somit eine Aufwandsparnis von 60h pro Jahr. Falls man mit einem Stundenansatz von 120 CHF rechnet, ergibt sich 7'200 CHF pro Jahr. Der Aufwand im Geschäft beträgt 100 Stunden für die Entwicklung und das Budget beträgt 2500 CHF für die Herstellungskosten. Somit liegen die Gesamtkosten für das Projekt bei 14'500 CHF. Es ergibt sich bereits nach genau zwei Jahr einen Break Even.

	Aktuell (alt)	Ziel (neu)
Zeitaufwand Schmierölpumpe	0.5h	0.25h
Zeitaufwand Hydraulikölpumpe	2h	1h
Anzahl Personen	2	1
Aufwand in Stunden	5h	1.25h
Anzahl Unterhaltsarbeit pro Jahr	16	16
Stundensatz	120 CHF	120 CHF
Materialkosten	-	2500 CHF
Aufwand	-	100 h
Gesamtkosten	-	14'500 CHF
Ersparte Stunden pro Arbeit	-	3.75h
Ersparte Stunden pro Jahr	-	60h
Ersparte Kosten pro Jahr	-	7200 CHF
Dauer bis zum Break Even	-	2 Jahre

Tabelle 1 - Nutzwertanalyse

6.8 Risikobewertung

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

6.8.1 Punktebewertung

1. Kosten von 2500 CHF werden überschritten.
2. Ölpumpe ist nur zu zweit verschiebbar.
3. Arbeiten mit der neuen Ölpumpe ist nicht mit nur einer Person möglich.
4. Falsche Ölpumpe verwendet.
5. Es gibt Verschmutzungen auf dem Boden.
6. Terminplan kann nicht eingehalten werden.
7. Personensicherheit ist nicht gewährleistet.

Katastrophal	4	7			
Wesentlich		3	1		
Moderat	2		6	5	
Gering					
Unwesentlich					
	Gering	Unwahr- scheinlich	Möglich	Wahr- scheinlich	Fast Sicher

Tabelle 2: Risikoanalyse

6.8.2 Risikoverminderung

1. Budgetplanung erstellen.
2. Auf das Gewicht achten. Räder und Rollen statt Tragehenkel.
3. Arbeitsablauf von einer Person gut einstudieren und mit der neuen Pumpe durchgehen.
4. Pumpenauswahl mit einem Spezialisten absprechen.
5. Auf die Dichtungen achten. Welches Öl ist für welche Dichtungen verwendbar?
6. Bestellungen früh auslösen, damit die Lieferzeiten kein Problem sind. Lieferanten aus der Schweiz auswählen.
7. Runde Materialien verwenden. Profile und Werkstücke entgraten.

6.9 Auswertung Infosammlung

Auf dem Markt gibt es keine fertige Lösung für die Aufgabenstellung, deshalb wird eine neue Lösung ausgearbeitet. Die Nutzwertanalyse zeigt, dass das geplante Produkt nach zwei Jahren den Break Even erreicht. Die Ölanschlüsse am Hubschrauber sind M8x1 und G 1/8 Zoll. Da das Schauglas auf einer Höhe von 2.2 Metern liegt, soll eine Fernschaltung möglich sein. Es sind noch alte Pumpen am Lager vorhanden, welche nicht mehr benutzt werden und für dieses Projekt Einzelteile gebraucht werden dürfen. Die Ölleitung der Schmierölpumpe muss mindestens drei Meter und die der Hydraulikölpumpe mindestens 2.5 Meter betragen. Die zwei Öltanks müssen eine Füllmenge von 10-15 Liter betragen. Für die Hydraulikölpumpe ist zusätzlich ein Umschaltventil nötig, damit man das Öl zurück in den Tank führen kann. Diese Rückleitung muss transparent sein, damit man kontrollieren kann, ob Luft im Hydrauliköl vorhanden ist.

Das Hydrauncoil FH 2 ist ein sehr aggressives Hydrauliköl. Dies führt dazu, dass normale NBR-Dichtungen nach nur 168h bei 70°C defekt sind (Siehe Anhang Kapitel 14.4). Daher benötigt man für die Hydraulikölpumpe Dichtungen aus FKM. Dies muss bei der Auswahl der Pumpe zwingend beachtet werden.

Für die Druckberechnungen der Schmierölpumpe, wie auch für die Hydraulikölpumpe wurden zwei Werte von den Datenblättern der Öle entnommen (Siehe Anhang Kapitel 14.4). Dies sind die Werte:

Aeroshell 5M-A
$Dichte \rho = 0.92 \frac{kg}{dm^3}$
$Viskosität \nu = 68 \frac{mm^2}{s}$

Hydrauncoil FH2
$Dichte \rho = 0.854 \frac{kg}{dm^3}$
$Viskosität \nu = 14.25 \frac{mm^2}{s}$

7 Anforderungsliste

Nr.	Anforderung Kosten	F	M	W
1	Die Herstellkosten dürfen maximal 2500 CHF betragen.		x	
2	Budgetplan muss erstellt werden.		x	

Nr.	Anforderung Funktion	F	M	W
3	Die Pumpen müssen dicht sein und keine Ölsuren hinterlassen.		x	
4	Die Wartungsarbeiten müssen von einer Person ausführbar sein.	x		
5	Die vier Ölfüllungen müssen in 15 Minuten erledigt sein.		x	
6	Die drei Dämpferfüllungen müssen in einer Stunde erledigt sein.		x	
7	Für die Unterhaltungsarbeiten sollen keine neuen Werkzeuge notwendig sein.	x		
8	Das An- und Abschalten der Schmierölpumpe muss ferngesteuert möglich sein.		x	
9	Die Bedienung der Ölpumpe muss einfach sein.		x	

Nr.	Anforderung Sicherheit	F	M	W
10	Die Personensicherheit muss gewährleistet sein.	x		
11	Die Sicherheit am Hubschrauber muss gewährleistet sein. (es dürfen keine Schäden verursacht werden)	x		
12	Es müssen runde Materialien verwendet werden.			x
13	Die Fertigungsstücke müssen entgratet sein.		x	

Nr.	Anforderung Wartung der Ölpumpe	F	M	W
14	Die Pumpen sollen mindestens 10 Jahre ohne eine Wartung halten.		x	
15	Es soll keine Spülung nach dem Gebrauch nötig sein.		x	


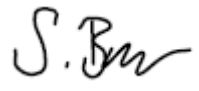
Nr.	Mechanische Anforderungen	F	M	W
16	Die Ölpumpen müssen von einer Person ohne Hilfsmittel transportierbar sein.		x	
17	Die Höhe darf maximal 150 cm betragen.			x
18	Die Breite darf maximal 60 cm betragen.			x
19	Das Gewicht darf 40 kg nicht überschreiten. (mit leerem Öltank).			x
20	Die Dichtungen der Hydraulikölpumpe müssen aus FKM sein.	x		
21	Der Anschluss bei der Schmierölpumpe muss M8x1 sein.	x		
22	Für den Anschluss am Blattarm wird eine Schnellkupplung benötigt.		x	
23	Der Anschluss bei der Hydraulikölpumpe muss G1/8 Zoll sein.	x		
24	Die Rücklaufleitung der Hydraulikölpumpe muss transparent sein.		x	
25	Die Länge des Hydraulikschlauches an der Schmierölpumpe muss mindestens drei Meter sein.	x		
26	Die Länge des Hydraulikschlauches an der Hydraulikölpumpe muss mindestens 2.5 Meter sein.	x		
27	Der Öltank soll ein Volumen von 10-15 Liter beinhalten.		x	

Nr.	Anforderungen Stromversorgung	F	M	W
28	Die Energieversorgung soll mit Netzbetrieb sein.			x

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

7.1 Freigabe der Anforderungsliste

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

Diplombegleiter	Projektleiter
Dominic Schüpbach	Stefan Bächler
Ort, Datum: Luzern, 24. August 2020	Ort, Datum: Alpnach, 24. August 2020
Unterschrift: 	Unterschrift: 

8 Konzipieren

Beim Konzipieren wird als erstes die Black Box erstellt und die Gesamtfunktion beschrieben. Danach wird das System in Teilfunktionen aufgeteilt und im Morphologischen Kasten werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Lösungsvarianten A, B und C, welche im Morphologischen Kasten eingezeichnet sind, wurden von der Punktebewertung bestimmt. Die drei Lösungsvarianten werden skizziert und es werden die Vor- und Nachteile beschrieben. Schlussendlich wird der Entscheid für die beste Variante gefällt.

8.1 Blackbox

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

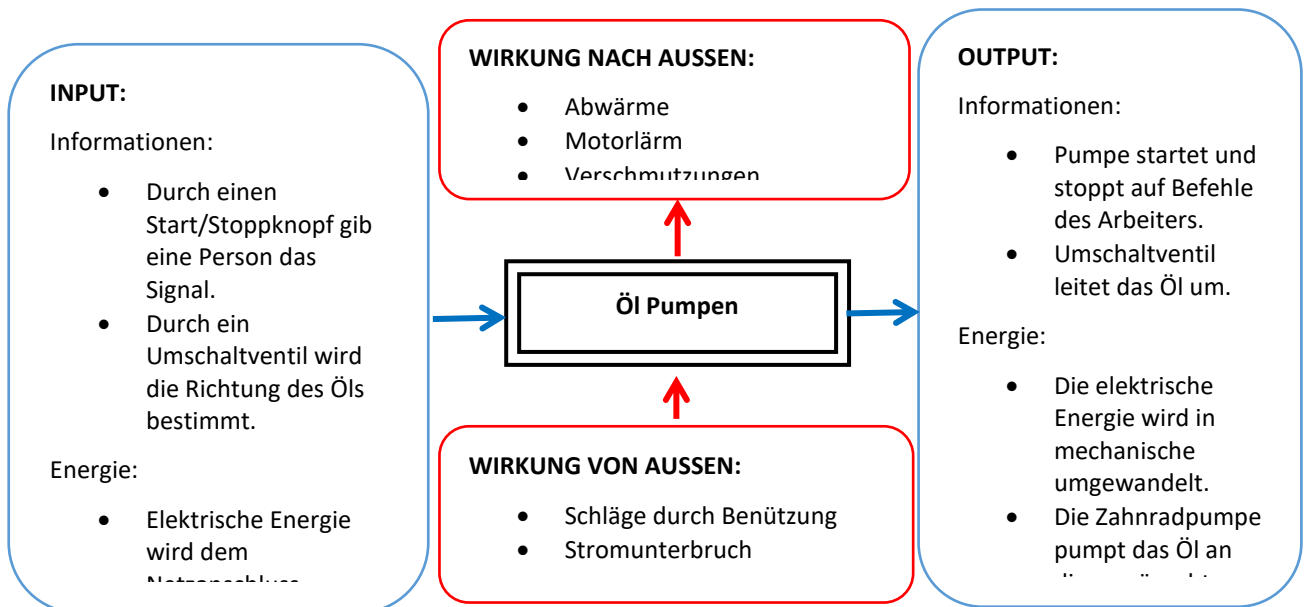


Abbildung 16: Blackbox

8.1.1 Beschreibung der Gesamtfunktion

Information

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

Stoff

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

Energie

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

Wirkung von aussen

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

8.2 Aufteilung in Teilfunktionen

Mit einer Handskizze wird aufgezeigt, welche Teilfunktionen das Projekt beinhaltet. Zu den Teilfunktionen werden im Morphologischen Kasten verschiedene Lösungen erarbeitet.

- Teilfunktion 1: Pumpe
- Teilfunktion 2: Antrieb
- Teilfunktion 3: Ölleitung
- Teilfunktion 4: Öltank
- Teilfunktion 5: Einfüllstutzen
- Teilfunktion 6: Befestigung der Komponenten (Nicht auf der Skizze vorhanden)
- Teilfunktion 7: Ölfilter
- Teilfunktion 8: Material für Ölwanne
- Teilfunktion 9: Mobilität (fahr oder Tragbar)
- Teilfunktion 10 Umschaltventil

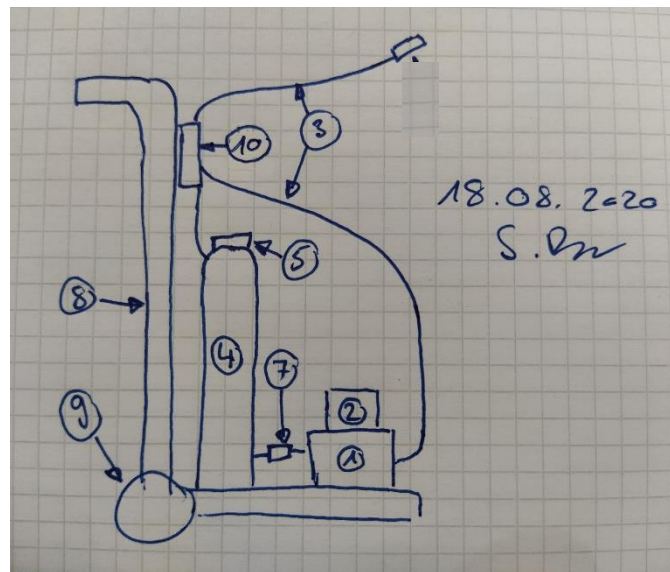


Abbildung 17: Skizze Teilfunktionen

8.3 Morphologischer Kasten


















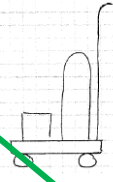

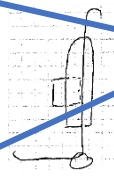
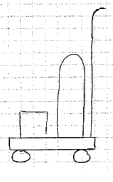

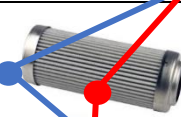


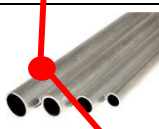









Teilfunktion 1 Pumpe			
Variante 1.1 Zahradpumpe 	Variante 1.2 Flügelzellpumpe 	Variante 1.3 Handpumpe 	
Teilfunktion 2 Antrieb			
Variante 2.1 Elektronmotor 	Variante 2.2 Pneumatikmotor 	Variante 2.3 Kolbenmotor 	Variante 2.4 Handantrieb 
Teilfunktion 3 Ölleitung			
Variante 3.1 Gummidruckschlauch 	Variante 3.2 Stahlleitung 	Variante 3.3 Stahlflexleitung 	Variante 3.4 Kupferleitung 
Teilfunktion 4 Öltank			
Variante 4.1 Kunststofftank 	Variante 4.2 Stahltank 	Variante 4.3 Aluminiumtank 	
Teilfunktion 5 Einfüllstutzen			
Variante 5.1 Schraubbarer Deckel mit Aussengewinde (Stahl) 	Variante 5.2 Schraubbarer Deckel mit Innengewinde (Kunststoff) 	Variante 5.3 Zapfen 	
Teilfunktion 6 Montage			
Variante 6.1 Aluminiumplatte 	Variante 6.2 Stahlplatte 	Variante 6.3 An den Profilen befestigt 	Variante 6.4 Riffelblech 
Teilfunktion 7 Ölfilter			
Variante 7.1 Nebenstromfilter 	Variante 7.2 Mikrofilter 	Variante 7.3 Zentrifugen Filter 	
Teilfunktion 8 Material für Öl Wagen			
Variante 8.1 Stahl Rundrohr 	Variante 8.2 Aluminium Rundrohr 	Variante 8.3 Stahl Vierkantrohr 	Variante 8.4 Aluminium Vierkantrohr 
Teilfunktion 9 Mobilität			
Variante 9.1 Vier Lenkrollen 	Variante 9.2 Vollgummirad 	Variante 9.3 Luftreifen 	Variante 9.4 Henkel 
Teilfunktion 10 Umschaltventil			
Variante 10.1 Drehschalter 	Variante 10.2 Kippschalter 	Variante 10.3 Elektrischer Umschalter 	

Tabelle 3: Morphologischer Kasten

8.4 Punktebewertung

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

GW = Gewichtungsfaktor / **V** = Variante / **Pkt.** = Punkte / **GP** = Gewichtungsfaktor x Punkte

Punktwertskala: 4 = sehr gut / 3 = gut / 2 = ausreichend / 1 = gerade noch tragbar / 0 = unbrauchbar

Teilfunktion 1		Bewertung der Varianten					
		V1.1		V1.2		V1.3	
Pumpe	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	2	4	2	4	3	6
Druck/Fördermenge	3	4	12	1	3	3	9
Praktische Anwendung	3	3	9	3	9	1	3
Grösse/Gewicht	2	2	4	2	4	2	4
Summe		11	29	8	20	9	22

Tabelle 5: Punktebewertung Teilfunktion 1

Teilfunktion 2		Bewertung der Varianten							
		V2.1		V2.2		V2.3		V2.4	
Antrieb	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	3	6	1	2	2	4	4	8
Praktische Anwendung	2	4	8	2	4	2	4	1	2
Leistung	3	3	9	3	9	1	3	2	6
Energieversorgung	2	4	8	2	4	3	6	4	8
Summe		14	31	8	19	8	17	11	24

Tabelle 6: Punktebewertung Teilfunktion 2

Teilfunktion 3		Bewertung der Varianten							
		V3.1		V3.2		V3.3		V3.4	
Ölleitung	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	3	6	1	2	2	4	1	2
Flexibilität	3	4	12	1	3	4	12	2	6
Praktische Anwendung	3	3	9	1	3	2	6	1	3
Lebensdauer	2	3	6	4	8	4	8	4	8
Summe		13	33	7	16	12	30	8	19

Tabelle 7: Punktebewertung Teilfunktion 3

Teilfunktion 4		Bewertung der Varianten					
		V4.1		V4.2		V4.3	
Öltank	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	3	6	2	4	2	4
Gewicht	1	4	4	2	2	3	3
Lebensdauer (Ölverträglichkeit)	4	1	4	3	12	3	12
Komplexität der Herstellung	3	2	6	3	9	2	6
Summe		10	20	10	27	10	25

Tabelle 8: Punktbewertung Teilfunktion 4

Teilfunktion 5		Bewertung der Varianten					
		V5.1		V5.2		V5.3	
Einfüllstutzen	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	1	2	2	2	2	2	2
Praktische Anwendung	3	3	9	4	12	2	6
Dichtheit	2	3	6	2	4	2	4
Lebensdauer	2	3	6	1	2	1	2
Summe		11	23	9	20	7	14

Tabelle 9: Punktbewertung Teilfunktion 5

Teilfunktion 6		Bewertung der Varianten							
		V6.1		V6.2		V6.3		V6.4	
Montage	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	2	4	2	4	3	6	4	8
Gewicht	2	3	6	2	4	4	8	4	8
Praktische Anwendung	3	3	9	3	9	2	6	3	9
Stabilität, Festigkeit	3	3	9	3	9	2	6	3	9
Summe		11	28	10	26	11	26	14	34

Tabelle 10: Punktbewertung Teilfunktion 6

Teilfunktion 7		Bewertung der Varianten					
		V7.1		V7.2		V7.3	
Ölfilter	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	2	4	3	6	2	4
Einbaumöglichkeiten	4	1	4	4	16	2	8
Lebensdauer	3	2	6	2	6	2	6
Grösse	2	2	4	3	6	2	4
Summe		7	18	12	34	8	22

Tabelle 11: Punktbewertung Teilfunktion 7

Teilfunktion 8		Bewertung der Varianten							
		V8.1		V8.2		V8.3		V8.4	
Material für Wagen	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	2	4	2	4	2	4	2	4
Stabilität	3	3	9	2	6	3	9	2	6
Ästhetik	2	3	6	3	6	2	4	2	4
Herstellbarkeit	3	2	6	2	6	4	12	4	12
Summe		10	25	9	22	11	29	10	26

Tabelle 12: Punktbewertung Teilfunktion 8

Teilfunktion 9		Bewertung der Varianten							
		V9.1		V9.2		V9.3		V9.4	
Mobilität	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	2	4	2	4	2	4	3	6
Tragfähigkeit	2	2	4	3	6	3	6	1	2
Praktische Anwendung	3	3	9	3	9	3	9	2	6
Lebensdauer	2	2	4	3	6	3	6	2	4
Summe		9	21	11	25	11	25	8	18

Tabelle 13: Punktbewertung Teilfunktion 9

Teilfunktion 10 (Nur Hydraulikölpumpe)		Bewertung der Varianten					
		V10.1		V10.2		V10.3	
Umschaltventil	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Kosten	2	3	6	3	6	1	2
Praktische Anwendung	3	3	9	4	12	3	9
Zuverlässigkeit	3	4	12	4	12	3	9
Lebensdauer	2	3	6	3	6	2	4
Summe		13	33	14	36	9	24

Tabelle 14: Punktbewertung Teilfunktion 10

8.4.1 Bewertung der Lösungsvarianten

Durch die Punktebewertung von den Teilfunktionen werden nun die Gesamtpunktzahlen der Lösungsvarianten zusammengezählt. Die Lösungsvariante A hat mit 301 am meisten Punkte. Der Entscheid wird jedoch nicht nur mit den Punkten gefällt. Es wird zu jeder Lösungsvariante eine Konzeptskizze gemacht und daraus die Vor- und Nachteile beschrieben.

Variante A.1	Punktzahl	Variante B	Punktzahl	Variante C	Punktzahl
V1.1	29	V1.1	29	V1.1	29
V2.1	31	V2.2	19	V2.1	31
V3.1	33	V3.1	33	V3.3	30
V4.2	27	V4.3	25	V4.2	27
V5.1	23	V5.1	23	V5.1	23
V6.4	34	V6.3	26	V6.1	28
V7.2	34	V7.2	34	V7.2	34
V8.3	29	V8.2	22	V8.1	25
V9.2	25	V9.3	25	V9.1	21
V10.2	36	V10.2	36	V10.1	33
Gesamt	301	Gesamt	272	Gesamt	281

Tabelle 15: Gesamtpunktzahlen der Lösungsvarianten

8.4.2 Konzeptskizze

In den Konzeptskizzen werden die Lösungsvarianten aufgezeichnet und beschrieben.

Lösungsvariante A

Variante: 1.1+2.1+3.1+4.2+5.1+6.4+7.2+8.3+9.2+10.2 Punkte: 301

- Wagen mit geschweisstem Vierkantrrohr Stahlrahmen.
- Zahnradpumpe mit Netzbetrieb versorgt.
- Öltank aus Stahl geschweisst.
- Zwei Vollgummiräder für die Mobilität.
- Riffelblech, um den Tank und die Pumpe zu befestigen.
- Mechanischer Kippschalter für die Umschaltung des Öls.
- Schläuche aus Gummi.
- Mikrofilter für die Filterung des Öls.

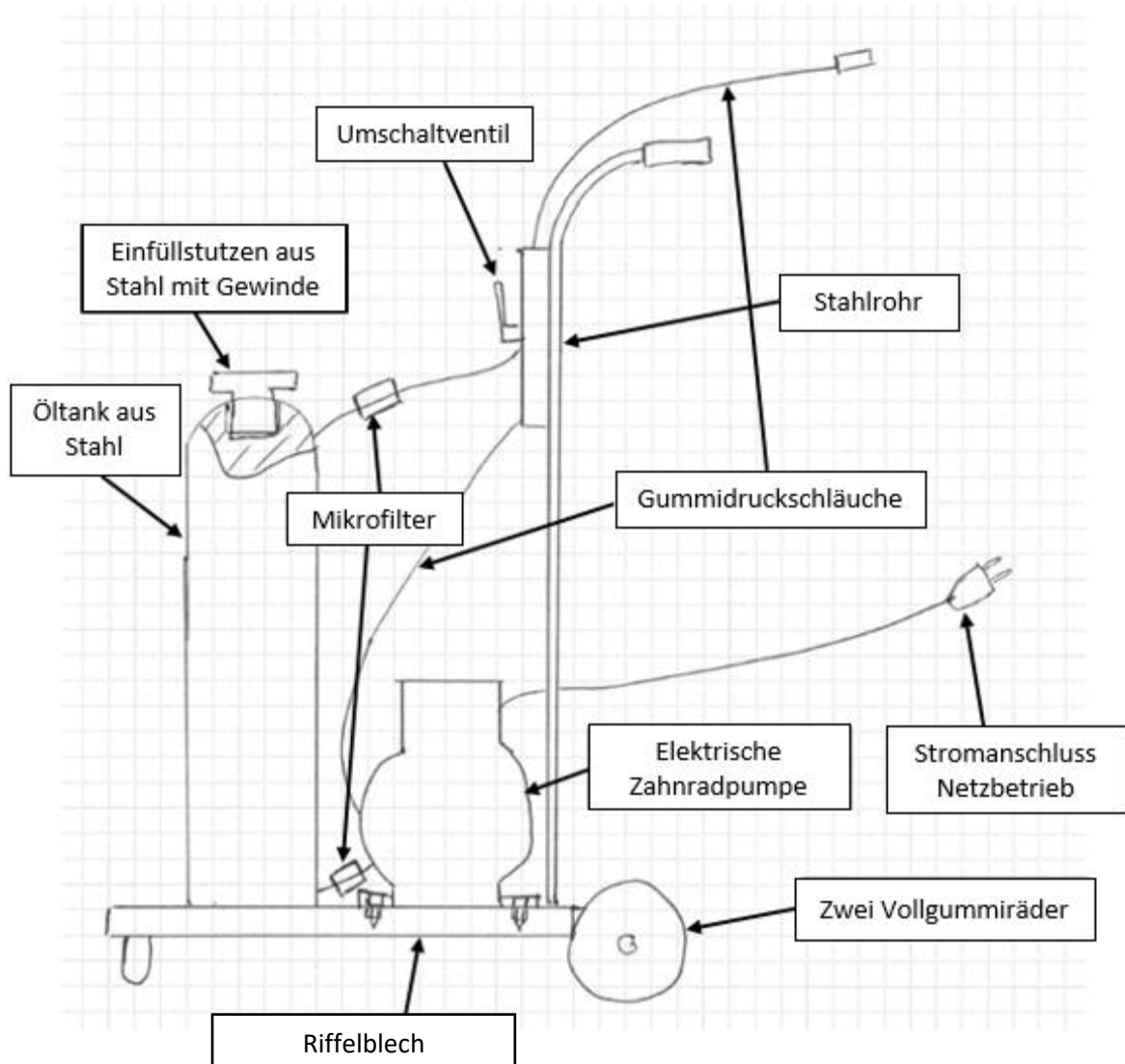


Abbildung 18:Konzeptskizze Lösungsvariante A

Lösungsvariante B

Variante: 1.1+2.2+3.1+4.3+5.1+6.3+7.2+8.2+9.3+10.2 Punkte: 272

- Wagen mit geschweisstem Alurahmen.
- Zahnradpumpe mit Druckluft angetrieben.
- Öltank aus Aluminium.
- Zwei Luftreifen für die Mobilität.
- Aluminiumprofile für die Befestigung für Pumpe und Tank.
- Mechanischer Kippschalter für die Umschaltung des Öls.
- Schläuche aus Gummi.
- Mikrofilter für die Filterung des Öls.

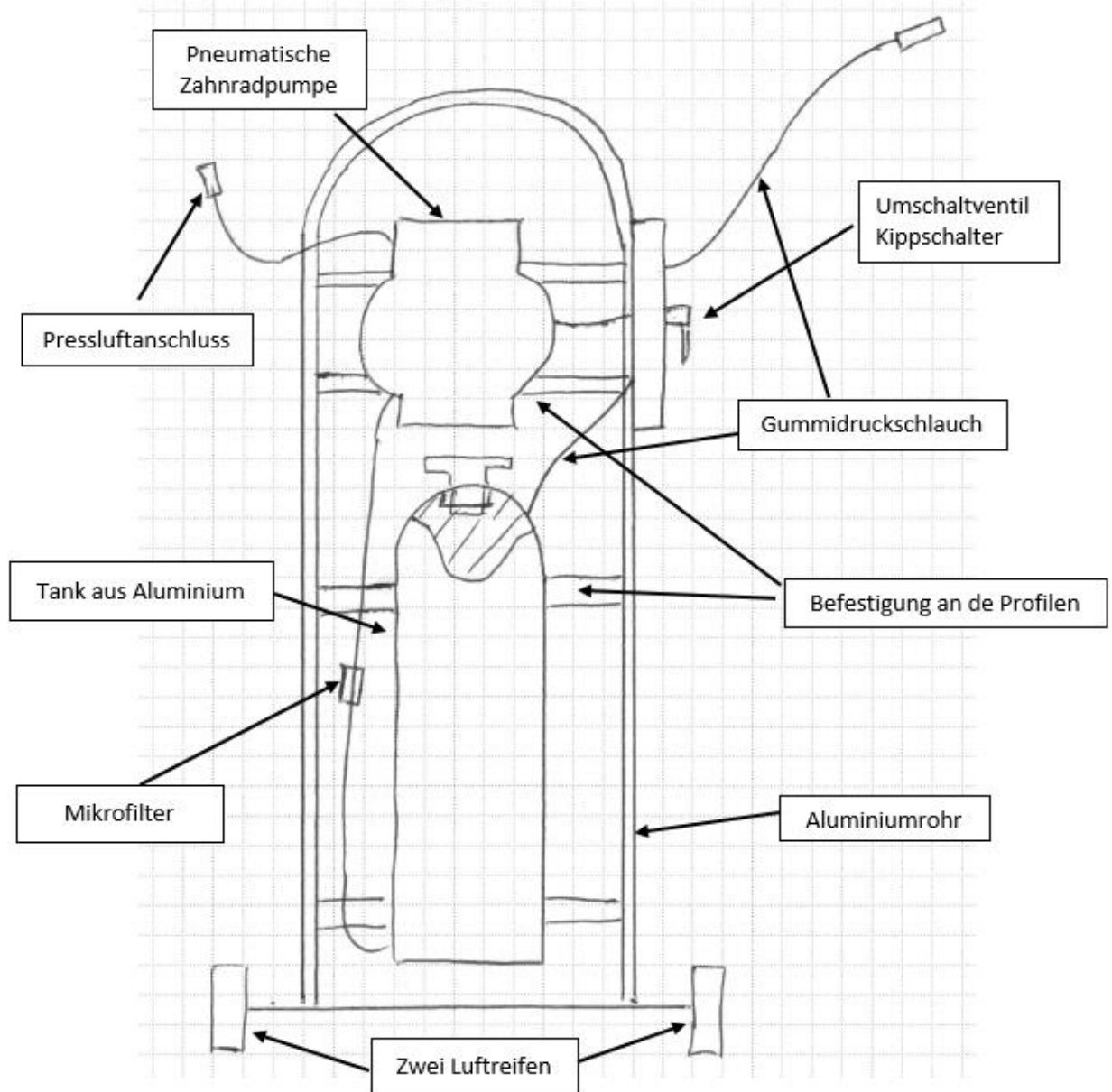


Abbildung 19: Konzeptskizze Lösungsvariante B

Lösungsvariante C

Variante: 1.1+2.1+3.3+4.2+5.1+6.1+7.2+8.1+9.1+10.1 Punkte: 281

- Wagen mit geschweisstem Stahlrahmen.
- Zahnradpumpe mit Netzbetrieb versorgt.
- Öltank aus Stahl geschweisst.
- Vier Lenkrollen für die Mobilität.
- Platte aus Aluminium für die Befestigung von Pumpe und Tank.
- Mechanischer Drehschalter für die Umschaltung des Öls.
- Schläuche aus Stahlflex.
- Mikrofilter für die Filterung des Öls.

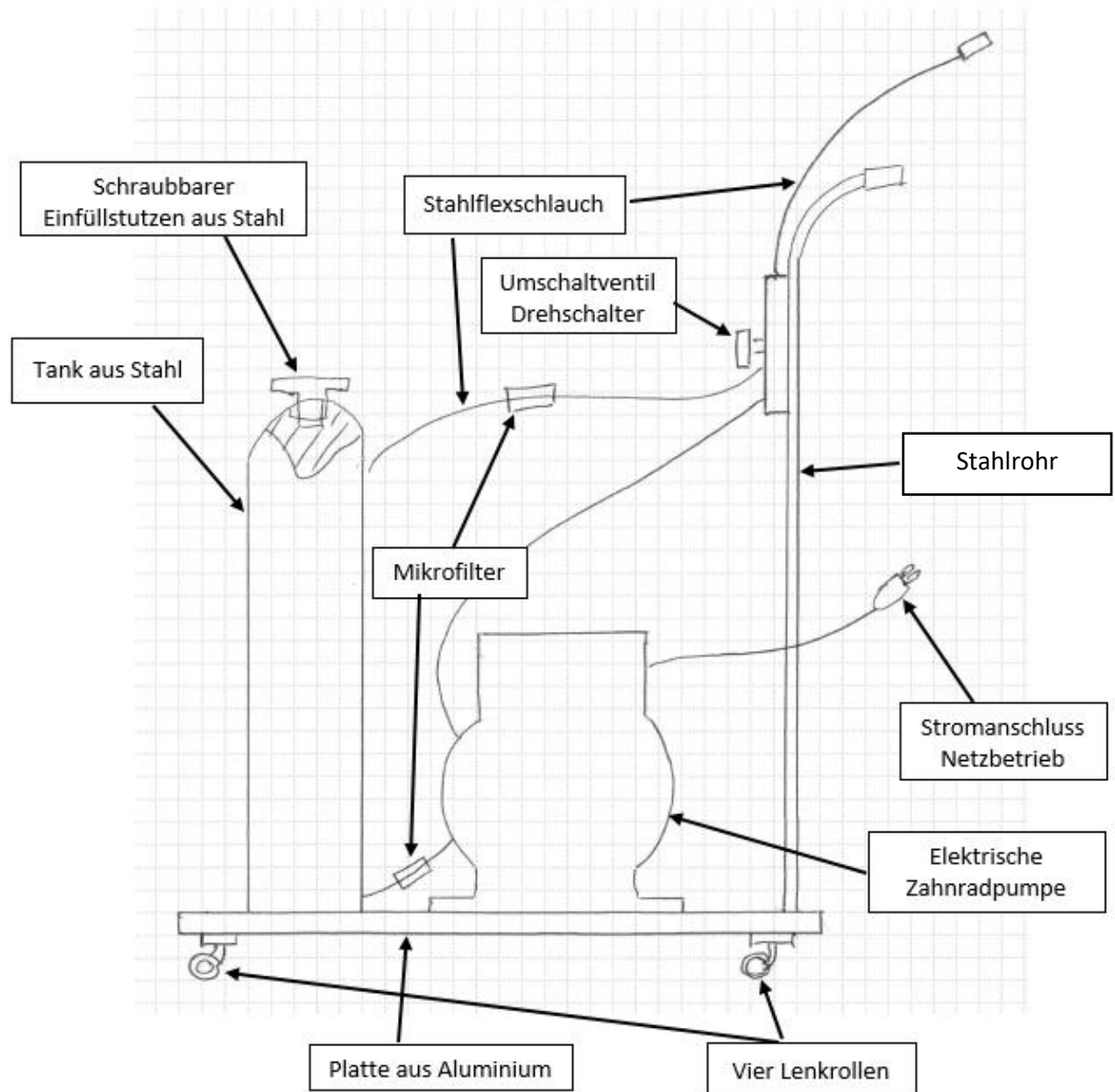


Abbildung 20: Konzeptskizze Lösungsvariante C

8.4.3 Variante A

Vorteile

- Durch einen elektrischen Antrieb sind die Energieversorgung und eine Fernsteuerung problemlos möglich.
- Stahlrohre haben eine hohe Festigkeit und können somit kleiner als mit anderen Materialien ausgelegt werden.
- Stahl ist einfach zum Verschweissen.
- Vierkantrohre sind beim Schweißen komfortabler.
- Der Tank aus Stahl ist mit dem aggressiven Öl kompatibel.
- Der eingebaute Kippschalter ermöglicht eine sofortige Umschaltung des Ölflusses.
- Die Vollgummiräder haben eine hohe Tragfähigkeit bei einem kleinen Durchmesser.
- Die Gummischläuche können mit Schlauchschellen befestigt werden.

Nachteile

- Stahlrohre und Stahltank ergeben ein hohes Gewicht.
- Der Gummidruckschlauch muss auf Verträglichkeit mit dem Öl kontrolliert werden.
- Die Vollgummiräder sind nicht für unebenen Boden geeignet.

8.4.4 Variante B

Vorteile

- Durch einen pneumatischen Motor ist die Energieversorgung gewährleistet, da wir in unserem Betrieb viele Druckluftstationen haben.
- Das Aluminiumrohr hat ein geringes Gewicht und ist optisch sehr schön.
- Durch die Befestigung an den Profilen kann Platz eingespart werden.
- Die Luftreifen sind für unebener Boden geeignet.
- Die Gummischläuche können mit Schlauchschellen befestigt werden.
- Der eingebaute Kippschalter ermöglicht eine sofortige Umschaltung des Ölflusses.

Nachteile

- Die Fernsteuerung ist pneumatisch komplizierter und die Kosten dafür sind hoch.
- Die Pumpe und der Tank können nicht richtig befestigt werden. Es besteht die Gefahr, dass die Komponenten an den Profilen zu wenig halten.
- Der Schwerpunkt vom Ölwagen ist sehr hoch.
- Die Luftreifen haben eine tiefe Tragfähigkeit bei kleinem Durchmesser.
- Der Gummidruckschlauch muss auf Verträglichkeit mit dem Öl kontrolliert werden.
- Aluminium ist nicht ideal zum Schweißen.
- Rundrohre sind nicht ideal zum Schweißen.

8.4.5 Variante C

Vorteile

- Durch einen elektrischen Antrieb sind die Energieversorgung und eine Fernsteuerung problemlos möglich.
- Die Stahlrohre sind einfacher zum Verschweissen als Aluminium.
- Die Stahlflexleitungen sind gut mit dem Öl verträglich.

Nachteile

- Die Befestigung der Komponenten auf einer Platte gibt dem Wagen ein höheres Gewicht.
- Die Lenkrollen sind nicht für unebenen Boden geeignet.
- Rundrohre sind nicht ideal zum Schweißen.
- Die Stahlflexleitungen können nicht mit Schlauchschellen befestigt werden.
- Der Stahlrahmen gibt dem Wagen ein hohes Gewicht.

8.4.6 Entscheid

Die Variante A hat nicht nur am meisten Punkte erhalten, sie hat auch die meisten Vorteile. Die Nachteile der Variante A sind nicht entscheidend oder können gelöst werden. Bei der Auswahl des Schlauches muss darauf geachtet werden, dass sich Gummidruckschlauch und Hydrauliköl vertragen. Da der Ölwagen nur in der Werkstatt verschoben wird, ist es egal ob die Räder für unebene Areale geeignet sind. Zudem spielt das Gewicht keine grosse Rolle, da der Wagen nicht getragen werden muss, sondern mit Rädern ausgestattet ist.

9 Entwerfen

9.1 CAD-Modell

Das 3D CAD-Modell wurde mit dem Programm Autodesk Fusion 360 erstellt. Das Modell dient der Gewichtsschätzung für die Berechnungen und Auswahl der Komponenten. Aus dem Modell können die Zeichnungen für den Zuschnitt der Riffelbleche und Stahlprofile erstellt werden.

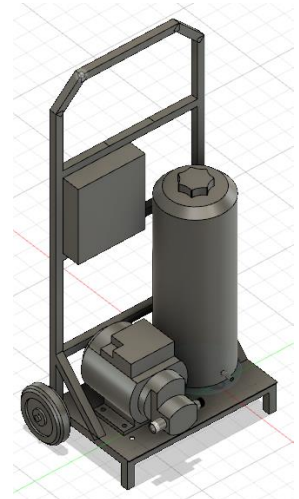


Abbildung 21: Erstes 3D CAD-Modell

9.2 Berechnungen

Es werden Berechnungen im Bereich Fluidtechnik und Festigkeitslehre gemacht. Es wird berechnet, welcher Druck die Pumpen erzeugen müssen und ob die maximal zulässigen Druck- und Biegespannungen eingehalten werden können.

9.2.1 Druckberechnung

Für die Berechnungen wurden viele Annahmen getroffen wie zum Beispiel der Innendurchmesser, die Länge des Schlauches und der Volumenstrom. Da die Berechnung auf vielen Annahmen basiert, wird zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Berechnung mit den ausgewählten Komponenten durchgeführt.

Schmierölpumpe

Für die Berechnungen wurden zwei Werte vom technischen Datenblatt des Aeroshell fluid 5M-A entnommen (Siehe Anhang Kapitel 14.4). Dies sind die kinematische Viskosität $\nu = 68 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$ und die Dichte $\rho = 0.92 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.

Hydraulikölpumpe

Für die Berechnungen wurden zwei Werte vom technischen Datenblatt des Hydraunycoli FH2 entnommen (Siehe Anhang Kapitel 14.4). Dies sind die kinematische Viskosität $\nu = 14.25 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$ und die Dichte $\rho = 0.854 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.

Laut den Vorschriften muss bei dem Arbeitsvorgang ein Druck von über 40 bar erzeugt werden (siehe Anhang Kapitel 14.5.1.1). Unseren Erfahrungswerten zeigen aber, dass ein deutlich tieferer Druck für den Arbeitsschritt reicht. Zudem ist der Druck von über 40 bar mit der von Airbus hergestellten Handpumpe nicht möglich. Daher werde ich die Druckberechnung für die Hydraulikölpumpe ebenfalls durchführen.

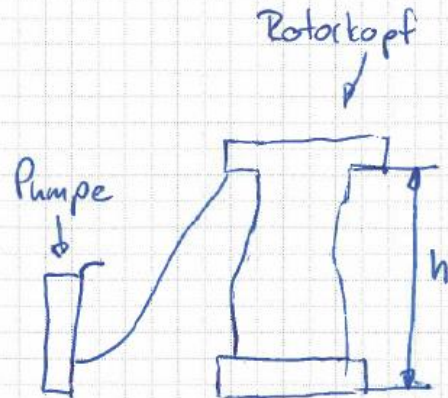
Schmierölpumpe

Berechnung der Pumpeleistung

geg: $h = 2,2\text{m}$
 $\rho_{\text{öl}} = 920\text{ kg/m}^3$
 $\nu = 68\text{ mm}^2/\text{s} = 68 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$

ges: $P = ?\text{W}$

unbekannte Größen: $\dot{V} = ?\text{ m}^3/\text{s}$
 $w = ?\text{ m/s}$
 $d = ?\text{ mm}$
 $\xi = ?$
 $\eta = ?$
 $l = ?\text{ m}$
 $k = ?$



- \dot{V} = Volumenstrom
- w = Strömungsgeschwindigkeit
- d = Leitungsdurchmesser
- ξ = Widerstandsbeiwert
- η = Wirkungsgrad
- l = Leitungslänge
- k = Rauigkeitswert

Bestimmungen:

k-Wert für Gummidruckschlauch = 0,0016mm

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$$

Annahme: $d = 10\text{mm} / l = 4\text{m}$

$$\dot{V} = 10\text{ l/min} = 0,01\text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 0,167\text{ m}^3/\text{s} \cdot 10^{-3}$$

$$\dot{V} = w \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \rightarrow w = \frac{4 \cdot \dot{V}}{d^2 \cdot \pi}$$

$$w = \frac{4 \cdot 0,167 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}}{(0,01\text{m})^2 \cdot \pi} = \underline{2,1\text{ m/s}}$$

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{2,1\text{ m/s} \cdot 0,01\text{m}}{68 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}} = 309$$

Dies bedeutet, dass die Strömung laminar ist und die Formel $\lambda = \frac{64}{Re}$ gilt.

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{309} = 0,2$$

$$\xi = \lambda \cdot \frac{l}{d} = 0,2 \cdot \frac{4\text{m}}{0,01\text{m}} = \underline{80}$$

$$\Delta p_v = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho}{d \cdot 2} \cdot v^2$$

$$\Delta p_v = 0,2 \cdot \frac{4m \cdot 920 \text{ kg/m}^3}{0,01m \cdot 2} \cdot 2,1m/s^2 = \underline{\underline{162'288 \text{ Pa}}}$$

$$\underline{\underline{\Delta p_v = 1,6 \text{ bar}}}$$

Δp_v = Strömungswiderstand
in der Leitung

$$\Delta p_t = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\Delta p_t = 920 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81m/s^2 \cdot 2,2m = \underline{\underline{19'855 \text{ Pa}}}$$

$$\underline{\underline{\Delta p_t = 0,2 \text{ bar}}}$$

Δp_t = Druckverlust durch
die Höhe

Verlustdruck $\Delta p = \Delta p_v + \Delta p_t = 1,6 \text{ bar} + 0,2 \text{ bar} = \underline{\underline{1,8 \text{ bar}}}$

Annahme $\eta = 0,8$ $p = \frac{1,8 \text{ bar}}{0,8} = 2,3 \text{ bar}$

$$P = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta} =$$

$$P = \frac{0,167 \cdot 10^{-3} \cdot 180'000 \text{ Pa}}{0,8} = 37,6 \text{ Watt} \approx 40 \text{ Watt}$$

Nach meinen Berechnungen mit einer Fördermenge von 10 l/min, Innendurchmesser vom Schlauch = 10mm, Schlauchlänge von 4m und Wirkungsgrad $\eta = 0,8$ benötigt meine Ölpumpe mindestens 2,3 bar oder 40 Watt.

Hydraulikölpumpe

Berechnung der Pumpenleistung

geg: $h = 1,8 \text{ m}$
 $\rho_{\text{öl}} = 854 \text{ kg/m}^3$
 $\gamma = 14,25 \text{ mm}^2/\text{s} = 14,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

unbekannte Größen: $\dot{V} = ? \text{ m}^3/\text{h}$
 $w = ? \text{ m/s}$
 $d = ? \text{ mm}$
 $\lambda = ?$
 $\eta = ?$
 $l = ? \text{ m}$

ges: $P = ? \text{ W}$
 $p = ? \text{ bar}$

Annahme: $d = 10 \text{ mm}$
 $l = 3 \text{ m}$

$\dot{V} = 10 \text{ l/min} = 0,01 \text{ m}^3/\text{min} = 0,167 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 10^{-3}$

$\dot{V} = w \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \Rightarrow w = \frac{4 \cdot \dot{V}}{d^2 \cdot \pi} =$

$w = \frac{4 \cdot 0,167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{(0,01 \text{ m})^2 \cdot \pi} = \underline{2,1 \text{ m/s}}$

Dies bedeutet, dass die Strömung laminar ist und die Formel $\lambda = \frac{64}{Re}$ gilt.

$Re = \frac{w \cdot d}{\gamma} = \frac{2,1 \text{ m/s} \cdot 0,01 \text{ m}}{14,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 1'474$

$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1'474} = 0,04$

$\Delta p_v = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho_{\text{öl}}}{d \cdot 2} \cdot w^2$

$\Delta p_v = 0,04 \cdot \frac{3 \text{ m} \cdot 854 \text{ kg/m}^3}{0,01 \cdot 2} \cdot (2,1 \text{ m/s})^2 = 22'597 \text{ Pa}$

$\Delta p_v = 0,2 \text{ bar}$

$$\Delta p_t = \rho_{\text{öl}} \cdot g \cdot h$$

$$\Delta p_t = 854 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 1.8 \text{ m} = 15'080 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_t = 0.15 \text{ bar}$$

$$\text{Verlustdruck } \Delta p = \Delta p_v + \Delta p_t = 0.2 \text{ bar} \approx 0.15 \text{ bar}$$

$$\Delta p = 0.35 \text{ bar} \quad \text{Annahme } \eta = 0.8$$

$$p = \frac{0.35 \text{ bar}}{0.8} = 0.44 \text{ bar}$$

$$P = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta} = \frac{0.167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 35'000 \text{ Pa}}{0.8} = 7.3 \text{ Watt}$$

Nach den Berechnungen mit einer Fördermenge von 10 l/min, Schlauchinnendurchmesser von 10mm, Schlauchlänge von drei Metern und einem Wirkungsgrad von 0.8, benötigt die Pumpe mindestens einen Druck von 0.44 bar oder eine Leistung von 7.3 Watt

9.2.2 Auswertung Druckberechnungen

Mit den berechneten Werten und den Daten der Infosammlung wurde die Firma MATO AG für eine optimale Ölpumpe angefragt. Der Entscheid für die Schmierölpumpe fiel auf die Zahnradpumpe EP 100. Diese Pumpe fördert 11l/min und bringt eine Leistung von acht bar. Für die Hydraulikölpumpe gab es grosse Einschränkungen wegen der Verträglichkeit mit dem Öl. Es wurde die Zahnradpumpe Marco UPX ausgesucht. Sie hat eine Fördermenge von 10l/min und eine Leistung von sechs bar. Speziell an dieser Pumpe ist, dass die Dichtungen aus FKM sind.

9.2.3 Festigkeitsberechnungen

Gewichtschätzung

Für die Berechnungen des Gewichts, wird mit den angenommenen Werten aus der CAD Zeichnung gerechnet.

Gewicht Pumpe EP 100 $m_{ep} = 9kg$

Gewicht Pumpe Marco UPX $m_{upx} = 4.6kg$

Gewicht pro Vollgummirad $m_r = 0.71kg$

Gewicht Öl $m_{öl} = 12l * 0.92 \frac{kg}{dm^3} = 11kg$

Gewicht Aluminium Riffelblech

$$m_{Al} = l * b * h_1 * \rho_{Al} = 4.1dm * 2.6dm * 0.02dm * \frac{2.7kg}{dm^3} = 0.6kg$$

Gewicht Stahltank:

- Materialdicke $t = 2mm$
- Durchmesser $D_1 = 180mm$
- Höhe $h_2 = 480mm$

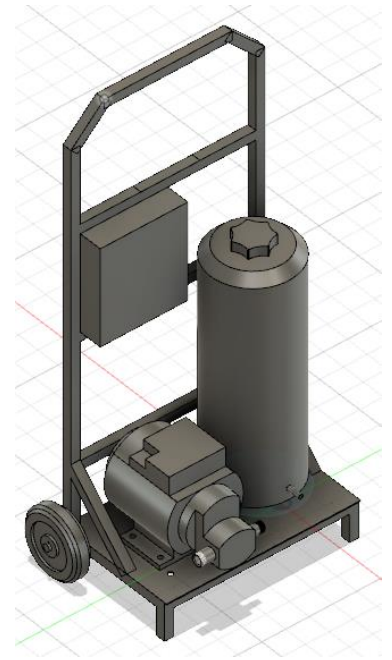


Abbildung 22: 3D CAD Modell

$$m_t = \left(D * \pi * h + 2 * \frac{D^2 * \pi}{4} \right) * t * \rho_{st} = \left(1.8dm * \pi * 4.8dm + 2 * \frac{1.8dm^2 * \pi}{4} \right) * 0.02 * 7.85 \frac{kg}{dm^3}$$

$$m_t = 5.1kg$$

Gewicht Vierkant Stahlrohre:

- $LxB = 20mm * 20mm$
- $t = 2mm$
- Länge insgesamt $l = 5m$

$$m_{st} = (LxB - l_i * B_i) * l * \rho_{st}$$

$$m_{st} = (0.2dm * 0.2dm - 0.16dm * 0.16dm) * 50dm * 7.85 \frac{kg}{dm^3} = 5.7kg$$

Für die Restlichen Komponenten wird ein Gewicht von $M_r = 3kg$ angenommen.

Das Gesamtgewicht liegt nun bei $m_{ges} = 37kg$ für die Pumpe EP 100. Die Berechnungen für die Pumpe Marco UPX wird ebenso mit 37kg gerechnet.

Die zwei Räder haben eine Tragfähigkeit von 175kg und sind somit keine Schwachstelle.

Schwerpunktberechnungen

geg: $m_{st} = 5.7kg$
 $m_R = 3kg$
 $m_t = 16.1kg$
 $m_{Al} = 0.6kg$
 $m_p = 9kg$
 ges: $l_1 = ? mm$

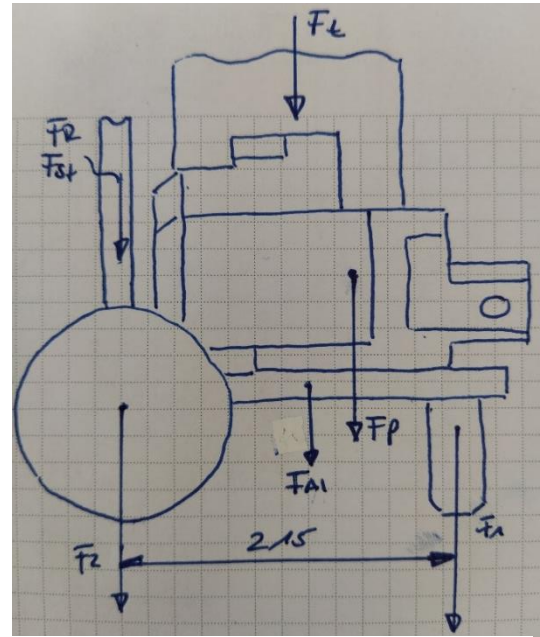
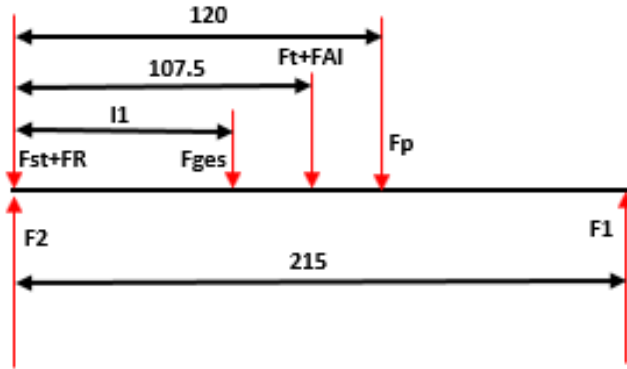


Abbildung 23: Handskizze Schwerpunktberechnungen

Berechnung der Gesamtkraft und Länge 1

$$F_{st} = \text{Kraft Stahlrohr} = 5.7kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 55.9N$$

$$F_R = \text{Kraft restliche Komponenten} = 3kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 29.4N$$

$$F_t = \text{Kraft Öltank gefüllt} = 16.1kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 158N$$

$$F_{Al} = \text{Kraft Aluminium Riffelblech} = 0.6kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 5.9N$$

$$F_p = \text{Kraft der Pumpe} = 9kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 88.3N$$

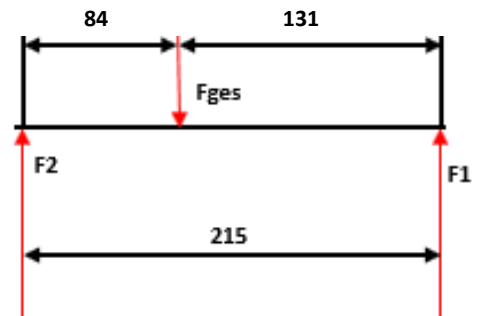
$$F_{ges} = F_{st} + F_R + F_t + F_{Al} + F_p = 55.9N + 29.4N + 158N + 5.9N + 88.3N = 337.5N$$

$$l_1 = \frac{(F_{st} + F_R) * 0mm + (F_t + F_{Al}) * 107.5mm + F_p * 120mm}{F_{ges}}$$

$$l_1 = \frac{(55.9N + 29.4N) * 0mm + (158N + 5.9N) * 107.5mm + 88.3N * 120mm}{337.5N} = 84mm$$

$$F_2 = \frac{F_{ges} * 131mm}{215mm} = \frac{337.5N * 131mm}{215mm} = 206N$$

$$F_1 = F_{ges} - F_2 = 337.5N - 206N = 157.5N$$



geg: $F_t = 158N$
 $F_p = 88.3N$
 $F_{rest} = 91.2N$

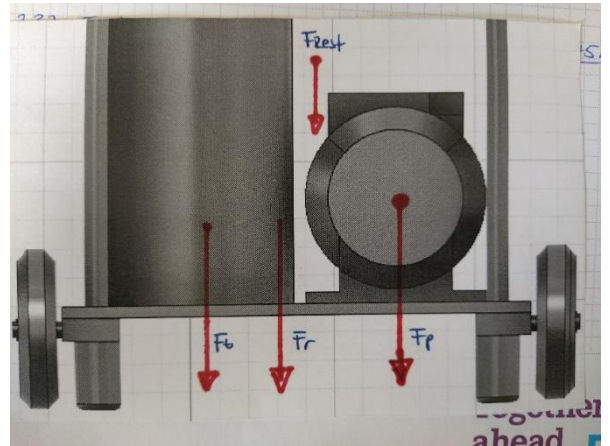
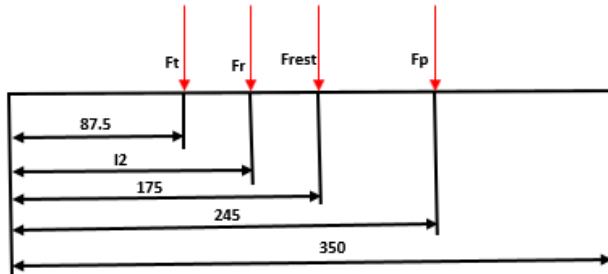


Abbildung 24: CAD-Modell Schwerpunktberechnung

$$l_2 = \frac{F_t * 87.5mm + F_{rest} * 175mm + F_p * 245mm}{F_r}$$

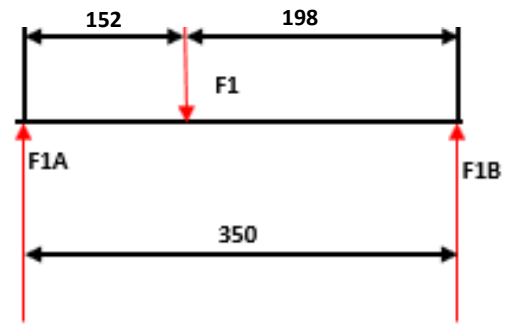
$$l_2 = \frac{158N * 87.5mm + 91.2N * 175mm + 88.3N * 245mm}{337.5N} = 152mm$$

Berechnung der Stützenkräfte

$$F_{1A} = \frac{F_1 * 198mm}{350mm} = \frac{157.5N * 198mm}{350mm} = 89N$$

$$F_{1B} = F_1 - F_{1A} = 157.5N - 89N = 68.5N$$

Die Stütze F1A wird stärker belastet, deshalb wird diese für die Dimensionierung verwendet.



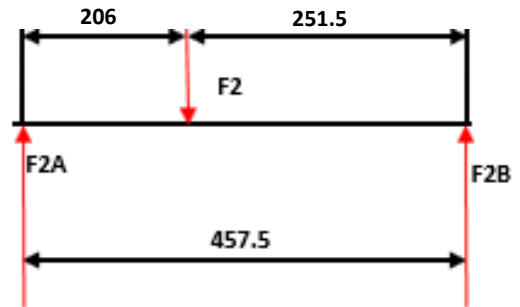
Berechnung der Räderkräfte

(Berechnung im stehenden Zustand)

$$F_{2A} = \frac{F_2 * 251.5mm}{457.5mm} = \frac{206N * 251.5mm}{457.5mm} = 113N$$

$$F_{2B} = F_2 - F_{2A} = 206N - 113N = 93N$$

Die Räder haben eine maximale Tragfähigkeit von 175kg. Dies entspricht 1716N. Somit ist es kein Problem die Kräfte auszuhalten.



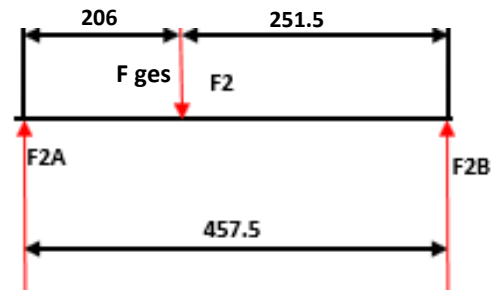
Berechnung der Räderkräfte

(Berechnung im fahrenden Zustand)

$$F_{2A} = \frac{F_{ges} * 251.5mm}{457.5mm} = \frac{337.5N * 251.5mm}{457.5mm} = 186,5N$$

$$F_{2B} = F_2 - F_{2A} = 337.5N - 186.5N = 151N$$

Die Räder haben eine maximale Tragfähigkeit von 175 kg. Dies entspricht 1716N. Somit ist es kein Problem die Kräfte auszuhalten.



Berechnung der vorhandenen Stützdruckspannung

Die Fläche A besteht aus dem Vierkantröhr.

$$A = L * B - l * b = 20mm * 20mm - 16mm * 16mm = 144mm^2$$

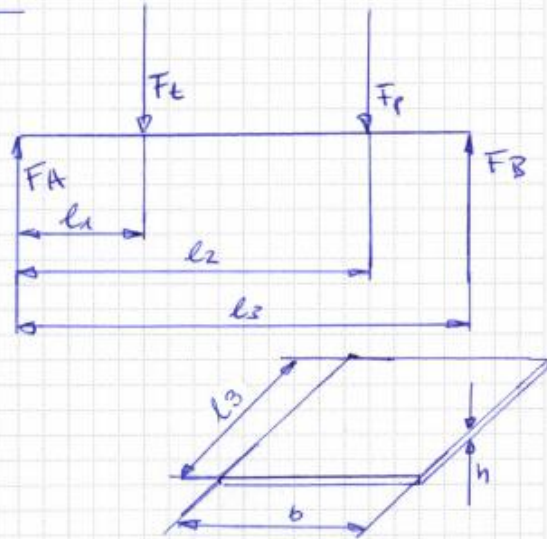
$$\sigma_d = \frac{F_{1A}}{A_1} = \frac{89N}{144mm^2} = 0.62 \frac{N}{mm^2}$$

Die Berechnung der Druckspannung zeigt auf, dass dies überhaupt kein Problem ist, und nicht berücksichtigt werden muss. Die zulässige Druckspannung von Stahl liegt zwischen 250 – 400 $\frac{N}{mm^2}$.

Biegung Riffelblech

Berechnung Biegung Riffelblech

Geg: $F_t = 158\text{ N}$
 $F_p = 88,3\text{ N}$
 $l_1 = 87,5\text{ mm}$
 $l_2 = 245\text{ mm}$
 $l_3 = 350\text{ mm}$
 $b = 270\text{ mm}$
 $h = 2\text{ mm}$
 $S = 1,5$



Ges: $F_A, F_B, M_{bmax}, \sigma_b, W_x$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{270\text{ mm} \cdot 2\text{ mm}^2}{6} = 180\text{ mm}^3$$

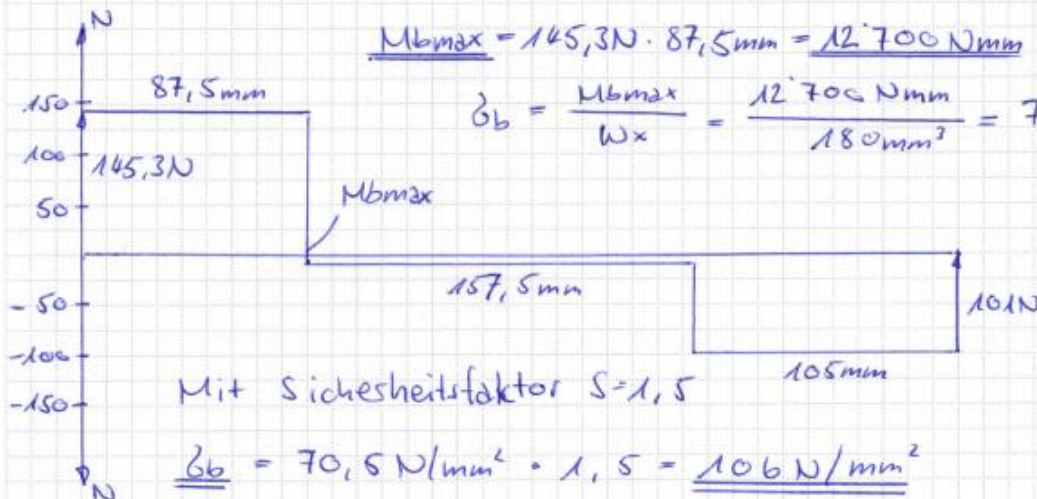
$$F_B = \frac{F_p \cdot l_2 + F_t \cdot l_1}{l_3} = \frac{88,3\text{ N} \cdot 245\text{ mm} + 158\text{ N} \cdot 87,5\text{ mm}}{350\text{ mm}}$$

$$F_B = 101\text{ N}$$

$$F_A = F_t + F_p - F_B = 158\text{ N} + 88,3\text{ N} - 101\text{ N} = 145,3\text{ N}$$

$$M_{bmax} = 145,3\text{ N} \cdot 87,5\text{ mm} = 12700\text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W_x} = \frac{12700\text{ Nmm}}{180\text{ mm}^3} = 70,5\text{ N/mm}^2$$



Mit Sicherheitsfaktor $S=1,5$

$$\sigma_b = 70,5\text{ N/mm}^2 \cdot 1,5 = 106\text{ N/mm}^2$$

Bei Aluminium wird die maximale Biegespannung mit $0,4 \times R_m$ gerechnet. Die Zugfestigkeit R_m des verwendeten Riffelblech ist 220 N/mm^2 . Es ergibt sich eine maximale Biegespannung von 88 N/mm^2 . Dies bedeutet, dass die vorhandene Biegespannung zu hoch ist. Um das Problem zu verhindern, wird der Öltank nicht mehr auf dem Blech, sondern an den Profilen befestigt.

10 Auslegung der Komponenten

Nach den Berechnungen werden die Komponenten ausgewählt. Es wird beschrieben welche Komponenten ausgesucht wurden und begründet weshalb.

10.1 Ölpumpen

Das wichtigste an diesem Projekt sind die zwei Pumpen. Deshalb werden zuerst die Pumpen ausgesucht und die restlichen Komponenten den Pumpen angepasst. Für die Auswahl der Pumpen wurde die Firma MATO AG angefragt. Mit den Anforderungen an die Pumpen konnte die Firma die zwei Pumpen auswählen. Die Schmierölpumpe ist eine elektrische Zahnradpumpe mit einer Druckleistung von acht bar und einer Fördermenge von 11 l/min. Die Hydraulikölpumpe ist ebenso eine elektrische Zahnradpumpe mit einer Druckleistung von sechs bar und einer Fördermenge von 10 l/min. Die Hydraulikölpumpe hat FKM-Dichtungen eingebaut, weil das Hydrauliköl sehr aggressiv ist. Dies hat die Suche nach einer passenden Ölpumpe eingeschränkt und es musste eine Pumpe von Italien bestellt werden. Leider hat diese eine Lieferzeit von zwei Wochen. Da die Pumpen jedoch sehr früh ausgesucht wurden, war die Lieferzeit kein Problem.

Schmierölpumpe

Typ	EP 100
Spannungsart	230 V
Motorenleistung	0.37 KW
Absicherung Zuleitung	10 A
Max Fördermenge	11 l/min
Saughöhe	2.5 m
Max Förderdruck	8 bar
Abmessungen (mm)	260 x 160 x 185
Gewicht	9 kg
Anschlüsse	Saugseite 1 Zoll Druckseite ¾ Zoll



Abbildung 25: Zahnradpumpe EP 100

Hydraulikölpumpe

Typ	Marco UPX
Spannungsart	220 V
Max Fördermenge	10 l/min
Max Förderdruck	6 bar
Abmessungen (mm)	284 x 177 x 165
Gewicht	4.6 kg
Anschlüsse	Steckanschlüsse 14.5 mm
Dichtungsmaterial	FKM

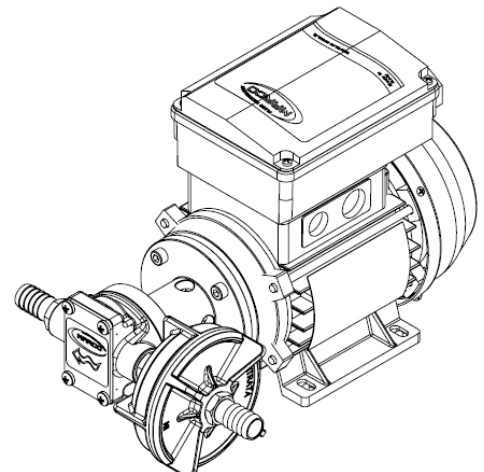


Abbildung 26: Zahnradpumpe Marco UPX

10.2 Auslegung für Pumpensystem

Druckregulierungsventil

Die Schmierölpumpe EP 100 bringt einen Druck von acht bar. Dieser Druck ist deutlich höher als der nötige Druck von vier bar. Deshalb wird ein Druckregulierungsventil eingebaut, um den gewünschten Druck einzustellen.



Abbildung 27: Druckregulierungsventil mit Manometer

Öltank

Die Öltanks werden von alten Pumpen übernommen. Sie haben einen Inhalt von 11.7 Liter und können mit vier M8 Schrauben befestigt werden. Damit das Design schöner ist, werden sie abgestrahlt und neu gespritzt. Die Schlauchanschlüsse haben einen Durchmesser von 8mm. An diesen Anschlüssen wird der Innendurchmesser für die Hydraulikschläuche bestimmt.



Abbildung 28: Öltank

Hydraulikschläuche

Die Anforderungen an die Hydraulikschläuche sind, dass sie mit Schlauchschellen befestigt werden können und sie mit dem Öl verträglich sind. Der maximal zulässige Druck ist acht bar. Dies hat fast jeder Hydraulikschlauch und schränkt nicht ein. Durch eine Besprechung mit der Firma Hydroline AG fiel die Entscheidung auf den Schlauch Aeroquip 2556-6. Der Hauptgrund dafür ist, dass man diesen Schlauch mit Schlauchschellen befestigen kann und der Innendurchmesser mit den Anschlüssen an den vorhandenen Öltanks kompatibel ist. Der ausgewählte Schlauch hat einen Innendurchmesser von 9.7mm.

Transparenter Schlauch

Für die Rücklaufleitung der Hydraulikölpumpe und die zwei Füllstandanzeigen werden transparente Schläuche benötigt. Dafür wurde ein PVC-Schlauch mit dem Innendurchmesser 8mm ausgesucht.

Ölfilter

Um das Öl zu filtern werden MAPCO Hydraulikfilter eingesetzt. Der Vorteil der ausgewählten Filter ist, dass sie mit Flanschen versehen sind und somit zusätzliche Schlauchtüllen ersparen.



Abbildung 29: Hydraulikfilter

Schlauchanschlüsse

Nachdem alle Komponenten für das Pumpensystem bestimmt wurden, ist nun wichtig, dass alle Anschlüsse mit dem Hydraulikschlauch Aeroquip 2556-6 kompatibel sind.

Schmierölpumpe

- Die Anschlüsse am Öltank sind bereits vorhanden. Da die Anschlüsse kompatibel mit dem Hydraulikschlauch sind, braucht es keine Änderung für diese Anschlüsse.
- Der Filter hat zwei Flansche mit dem Durchmesser 10mm. Für diese Anschlüsse braucht es keine Änderung.
- Die Pumpe hat einen Anschluss mit einem 1 Zoll Aussengewinde und der zweite Anschluss mit einem 3/8 Zoll Aussengewinde. Für die beiden Anschlüsse benötigt man Schlauchtüllen für einen Schlauchinnendurchmesser von 10mm mit den jeweiligen Innengewinden. Da es keine Schlauchtüllen von einem so grossen Gewinde auf einen kleinen Flansch gibt, werden die Schlauchtüllen selbst gezeichnet und hergestellt.
- Anschluss auf das System am Super Puma. Mit einer G 1/2 Zoll Schnellkupplung ist es ideal den Schlauch an und abzuhängen. Für die Schnellkupplung wird ein Gewindeadapter vom Blattarm auf die Kupplung benötigt. Der Gewindeadapter benötigt ein Aussengewinde M8*1mm und ein Aussengewinde G 1/2 Zoll. Dieser Adapter muss selbst hergestellt werden, da dies nicht auf dem Markt erhältlich ist. Von der Schnellkupplung auf den Hydraulikschlauch wird eine Schlauchtülle mit dem Aussengewinde G 1/2 Zoll und ein Flansch von 10mm benötigt. Diese Schlauchtülle kann bestellt werden.
- Für die Anschlüsse am Manometer, wird eine Schlauchtülle mit einem Aussengewinde von 3/4 Zoll und einem Flansch von 10mm benötigt. Die sind nicht auf dem Markt vorhanden und werden deshalb selbst gezeichnet und hergestellt.

Hydraulikölpumpe

- Die Pumpe hat bereits für beide Anschlüsse Schlauchtüllen vorhanden. Die Schlauchtüllen sind für einen Schlauchinnendurchmesser von 13mm. Für alle anderen Anschlüsse wird ein Schlauch mit 10mm Innendurchmesser benötigt. Deshalb müssen die Schlauchtüllen angepasst werden auf 10mm. Die Schlauchtüllen mit einem Aussengewinde von G 3/8 Zoll und dem Flansch 10mm können bestellt werden.
- Die Anschlüsse am Öltank sind bereits vorhanden. Da die Anschlüsse kompatibel mit dem Hydraulikschlauch sind, braucht es keine Änderung für diese Anschlüsse.
- Der Filter hat zwei Flansche mit dem Durchmesser 10mm. Für diese Anschlüsse braucht es keine Änderung.
- Für den Anschluss am Dämpfer des Super Pumas wird eine abgewinkelte Einschraubverschraubung benötigt. Die wird von der alten Pumpe übernommen.
- Für die Anschlüsse am Manometer, wird eine Schlauchtülle mit einem Aussengewinde von 3/4 Zoll und einem Flansch von 10mm benötigt. Die sind nicht auf dem Markt vorhanden und werden deshalb selbst gezeichnet und hergestellt.

Schlauchtüllen

Es werden diverse Schlauchtüllen benötigt, welche man nicht in diesen Grössen bestellen kann. Deshalb wurden diese gezeichnet und in der Lehrwerkstatt der RUAG Alpnach hergestellt (Siehe Anhang Kapitel 14.5). Die Kosten für die Herstellung liegen bei 220 CHF. Die Schlauchtüllen, welche im Handel verfügbar sind, wurden von Swiss Fittings bestellt.



Abbildung 30: Schlauchtülle

Schlauschellen

Die Schlauschellen müssen dem Aussendurchmesser des Hydraulikschlauches angepasst werden. Der Aussendurchmesser beträgt 15.7mm. Auf Conrad gibt es eine Schlauschelle mit dem Bündelbereich von 10mm-16mm. Somit sind sie genügend gross für den Schlauchdurchmesser und können sehr stark gespannt werden.

Gummipuffer

Um die Schwingungen der zwei Pumpen zu dämpfen werden Gummipuffer eingesetzt. Durch die Gummipuffer werden die Schwingungen der Pumpe vermindert und der Ölwagen vibriert dadurch weniger. Sie dienen neben dem Dämpfen der Schwingungen auch für die Befestigung der zwei Pumpen.



Abbildung 31: Gummipuffer

Fernsteuerung

Für die Fernsteuerung wird der vorhandene Schalter ausgebaut und in einem Boplaggehäuse montiert. Es wird ein Kabel mit vier Litzen und einer Länge von drei Meter benötigt, welches vom Lager entnommen wurde.



Abbildung 32: Boplaggehäuse

10.3 Auslegung für Transportwagen

Vollgummiräder

Die Zweikomponenten Vollgummireifen haben bei einem geringen Durchmesser eine sehr hohe Tragfähigkeit. Es werden Räder mit einem Durchmesser von 140mm und einer Tragfähigkeit von 175 kg eingesetzt. Der Nabdurchmesser beträgt 15mm. Die Vollgummiräder sind nicht für in unebenem Gelände geeignet, weisen dafür aber bei ebenem Boden eine hohe Laufruhe auf. Da die Pumpen nur in der Werkstatt benutzt werden, ist es nicht nötig, dass sie im Gelände fahrbar sind.



Abbildung 33: Vollgummirad

Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm

Für das Gerüst (Siehe Anhang Kapitel 14.5) wird ein Vierkantrohr aus Stahl mit den Massen 20mmx20mmx2mm verwendet. Das Gerüst wurde von einem Lehrling geschweisst. Es fallen keine Kosten an, da es als Vorbereitung auf die Schweizer Meisterschaft diente. Das Schweißen ist mit einem Vierkantrohr deutlich einfacher als mit einem Rundrohr. Da das Gewicht der Ölpumpe nicht so entscheidend ist und Stahl einfacher schweisssbar ist, wird Stahl statt Aluminium verwendet.

Stahlwelle

Für die Lagerung der Räder wird eine Stahlwelle mit dem Durchmesser 15mm eingesetzt. An der Welle werden zwei M6 Gewinde für die Befestigung der Räder gefertigt (Siehe Anhang Kapitel 14.5). Ausser den Gewinden ist an der Welle keine Bearbeitung nötig, weil der Durchmesser von 15mm direkt zu dem Radlager passt.

Riffelblech

Das Riffelblech aus Aluminium ist einfach zum Montieren, nicht besonders schwer und sieht gut aus. Die Pumpe wird mit Hilfe der Gummipuffer am Riffelblech montiert. Das Riffelblech hat eine Länge von 410mm und eine Breite von 260mm. Das Riffelblech benötigt Aussparungen für die Vierkantprofile und Löcher für die Schrauben, mit welchen die Pumpe befestigt wird (Siehe Anhang Kapitel 14.5).

11 Nachkonstruieren

11.1 Zweites 3D CAD-Modell

Nach der Auswahl der Komponenten werden Nachkonstruktionen und Nachberechnungen gemacht.

Es wurde ein zweites 3D CAD Modell im Autodesk Fusion 360 erstellt. Da beim ersten Prototyp die Höhe etwas knapp war und daher unkomfortabel zum Verschieben, wurde der Griff um den Wagen zu verschieben erhöht. Für die Erhöhung wurde ein bereits vorhandenes Rundrohr mit dem Durchmesser 20mm verschweisst. Das Rohr hat einen Winkel von 15° und steht daher dem Wagen etwas ab. Dadurch ist es komfortabler den Wagen zu verschieben. Ein weiterer Vorteil des Rohres ist, dass es angenehmer zum Greifen ist als ein Vierkantrrohr. Beim ersten Modell wurde ein Vierkantrrohr gewählt, weil es einfacher für das Verschweissen ist. An der Stelle, welcher das Rohr nun befestigt wird, ist das Verschweissen mit dem Rundrohr jedoch kein Problem.

Mit den ausgewählten Komponenten werden die Nachberechnungen gemacht. Die Nachberechnungen der Druckspannung in den Profilen und der Räder werden nicht mehr ausgeführt, da es kaum Änderungen im Gewicht gegeben hat und die ersten Berechnungen deutlich unter den maximal zulässigen Spannungen war.

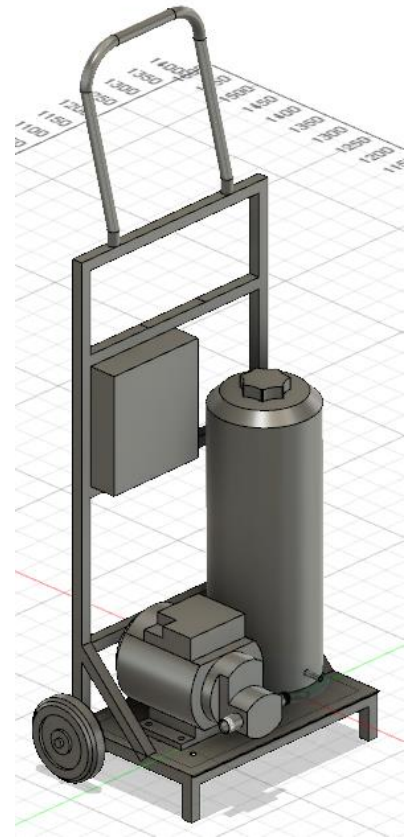


Abbildung 34: zweites 3D CAD-Modell

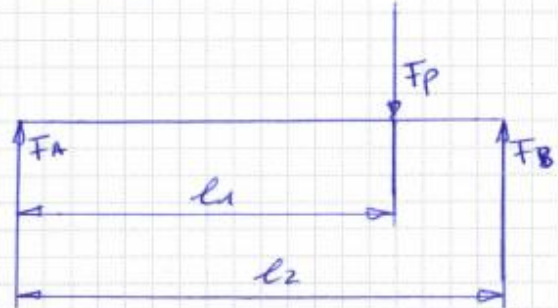
11.2 Nachberechnungen

Die Nachberechnungen werden ausgeführt, weil gewisse Konstruktionen noch geändert wurden. Mit den Nachberechnungen kann man sich versichern, dass die Spannungen und Druckwerte eingehalten werden. Am Ende der Berechnungen wird eine Auswertung zu den Berechnungen geschrieben.

Biegespannung Riffelblech

Nachberechnung Biegung Riffelblech

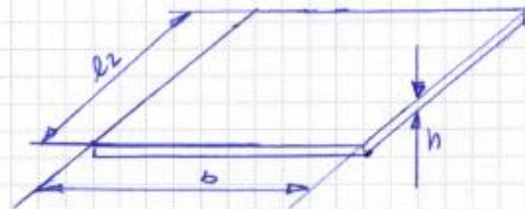
Geg: $F_p = 88,3\text{N}$
 $l_1 = 245\text{mm}$
 $l_2 = 350\text{mm}$
 $b = 270\text{mm}$
 $h = 2\text{mm}$
 $S = 1,5$



Ges: $W_x, F_A, F_B, M_{bmax}, \sigma_b$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{270\text{mm} \cdot 2\text{mm}^2}{6}$$

$$W_x = 180\text{mm}^3$$



$$F_B = \frac{F_p \cdot l_1}{l_2} = \frac{88,3\text{N} \cdot 245\text{mm}}{350\text{mm}} = 61,8\text{N}$$

$$F_A = F_p - F_B = 88,3\text{N} - 61,8\text{N} = 26,5\text{N}$$

$$M_{bmax} = F_B \cdot (l_2 - l_1) = 61,8\text{N} \cdot (350\text{mm} - 245\text{mm})$$

$$M_{bmax} = 6,5\text{Nm} = 6500\text{Nm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W_x} = \frac{6500\text{Nm}}{180\text{mm}^3} = 36,1\text{N/mm}^2$$

Mit Sicherheitsfaktor 1,5

$$\sigma_b = 36,1\text{N/mm}^2 \cdot 1,5 = 54,2\text{N/mm}^2$$

Druckberechnung EP 100

Nachberechnung Druck EP 100

Geg: $h = 2,2 \text{ m}$ $p = 8 \text{ bar}$
 $d_1 = 17 \text{ mm}$ $\dot{V} = 11 \text{ l/min}$
 $d_2 = 10 \text{ mm}$ $V = 1,6 \text{ l}$
 $d_3 = 5 \text{ mm}$ $\rho_{\text{öl}} = 920 \text{ kg/m}^3$
 $\gamma = 68 \text{ mm}^2/\text{s}$ $\eta = 0,8$
 $l = 4 \text{ m}$

Ges: $w_1, w_2, w_3, p_2, p_3,$
 $\Delta p, t, \text{perf}$

Grössen umwandeln:

$$p = 8 \text{ bar} = 800'000 \text{ Pa}$$

$$\gamma = 68 \text{ mm}^2/\text{s} = 68 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\dot{V} = 11 \text{ l/min} = 0,183 \text{ l/s} = 0,183 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\underline{w_1} = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d_1 \cdot \pi} = \frac{0,183 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 4}{(0,017 \text{ m})^2 \cdot \pi} = \underline{0,8 \text{ m/s}}$$

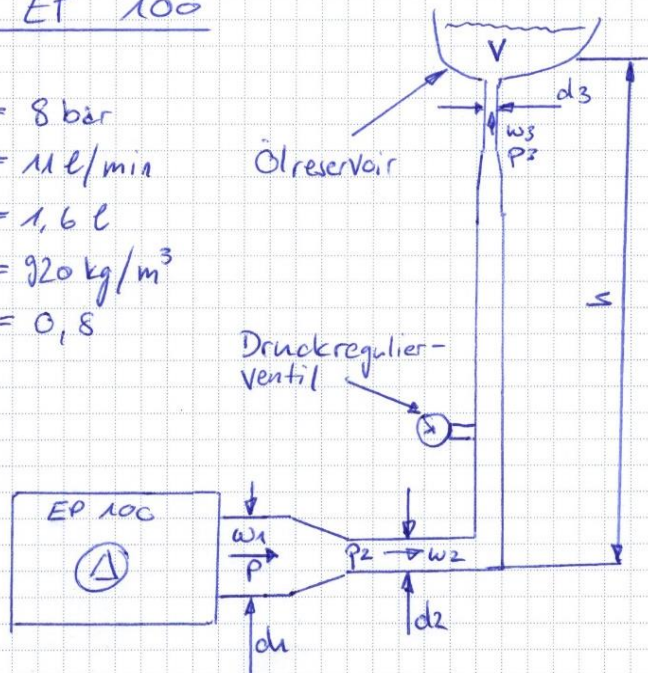
$$\underline{w_2} = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d_2 \cdot \pi} = \frac{0,183 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 4}{(0,01 \text{ m})^2 \cdot \pi} = \underline{2,33 \text{ m/s}}$$

$$\underline{w_3} = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d_3 \cdot \pi} = \frac{0,183 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 4}{(0,005 \text{ m})^2 \cdot \pi} = \underline{9,32 \text{ m/s}}$$

Bernoulli - Gleichung

$$p_1 + g \cdot h_1 \cdot \rho + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 = p_2 + g \cdot h_2 \cdot \rho + \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2$$

$$p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2 = p_3 + g \cdot h \cdot \rho + \frac{\rho}{2} \cdot w_3^2 + \lambda \cdot \frac{l}{d_2} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2$$



$$p_2 = p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 - \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2$$

$$p_2 = 800'000 \text{ Pa} + \frac{920 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot 0,8 \text{ m/s}^2 - \frac{920 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot 2,33 \text{ m/s}^2$$

$$\underline{p_2 = 798'000 \text{ Pa}}$$

$$p_3 = p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 - g \cdot h \cdot \rho - \frac{\rho}{2} \cdot w_3^2 - \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho}{d_2 \cdot 2} \cdot w_2^2$$

$$Re = \frac{w_2 \cdot d_2}{\nu} = \frac{2,33 \text{ m/s} \cdot 0,01 \text{ m}}{68 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 343 \leftarrow \begin{array}{l} \text{Strömung ist} \\ \text{laminar es} \\ \text{gilt } \lambda = \frac{64}{Re} \end{array}$$

$$\lambda = \frac{64}{343} = 0,187$$

$$p_3 = 800'000 \text{ Pa} + \frac{920 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot 0,8 \text{ m/s}^2 - 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 2,2 \text{ m} \cdot 920 \text{ kg/m}^3 - \frac{920 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot 9,32 \text{ m/s}^2 - 0,187 \cdot \frac{4 \text{ m} \cdot 920 \text{ kg/m}^3}{0,01 \text{ m} \cdot 2} \cdot 2,33 \text{ m/s}^2$$

$$\underline{p_3 = 554'000 \text{ Pa}}$$

Druckverlust $\Delta p = p_1 - p_3 = 800'000 \text{ Pa} - 554'000 \text{ Pa}$

$$\underline{\Delta p = 246'000 \text{ Pa}}$$

Erforderliche Druckleistung $p_{\text{ert}} = \frac{\Delta p}{\eta}$

$$\underline{p_{\text{ert}}} = \frac{246'000 \text{ Pa}}{0,8} = 308'000 \text{ Pa} = \underline{3,1 \text{ bar}}$$

Füllzeit pro Blattarm $\underline{t} = \frac{V}{\dot{V}} = \frac{1,6 \text{ l}}{0,183 \text{ l/s}} = \underline{8,7 \text{ s}}$

Druckberechnung Marco UPX

Nachberechnung Druck Marco UPX

Geg: $h = 1,8 \text{ m}$ $p_1 = 6 \text{ bar}$
 $d_1 = 10 \text{ mm}$ $\dot{V} = 10 \text{ l/min}$
 $d_2 = 5 \text{ mm}$ $V = 2 \text{ l}$
 $l = 3 \text{ m}$ $\gamma = 14,25 \text{ mm}^2/\text{s}$
 $\eta = 0,8$ $\rho_{\text{öl}} = 854 \text{ kg/m}^3$

Ges: w_1, w_2, p_2
 $\Delta p, \text{perf}, t$

Größen umwandeln:

$p_1 = 6 \text{ bar} = 600'000 \text{ Pa}$
 $\gamma = 14,25 \text{ mm}^2/\text{s} = 14,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 $\dot{V} = 10 \text{ l/min} = 0,167 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$$\underline{w_1} = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d_1^2 \cdot \pi} = \frac{0,167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 4}{0,01 \text{ m}^2 \cdot \pi} = \underline{2,13 \text{ m/s}}$$

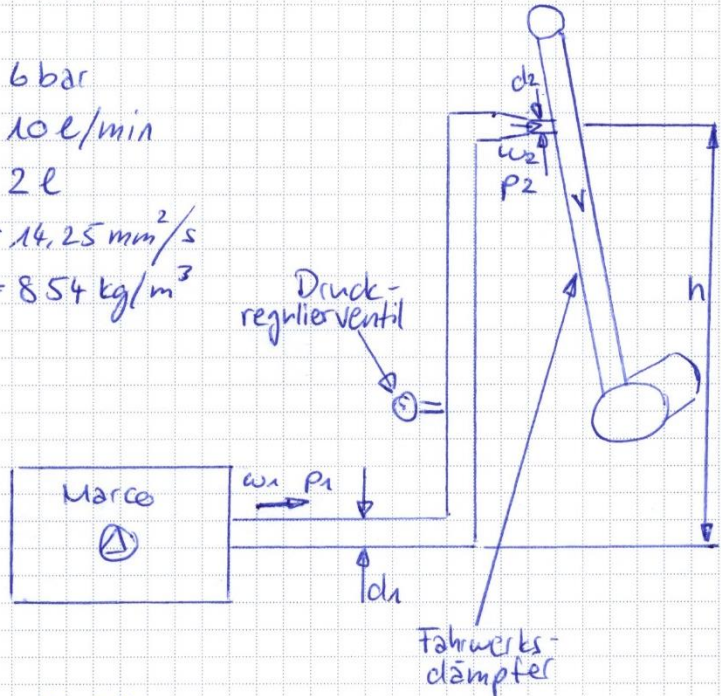
$$\underline{w_2} = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d_2^2 \cdot \pi} = \frac{0,167 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 4}{0,005 \text{ m}^2 \cdot \pi} = \underline{8,5 \text{ m/s}}$$

Bernoulli Gleichung

$$p_1 + \cancel{g \cdot h} + \cancel{f} + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 = p_2 + g \cdot h \cdot \rho + \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2 + \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho}{d_1 \cdot 2} \cdot w_1^2$$

$$p_2 = p_1 + \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 - g \cdot h \cdot \rho - \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2 - \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho}{d_1 \cdot 2} \cdot w_1^2$$

$$Re = \frac{w_1 \cdot d_1}{\gamma} = \frac{2,13 \text{ m/s} \cdot 0,01 \text{ m}}{14,25 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}} = 1'494 \leftarrow \text{Es gilt } \lambda = \frac{64}{Re}$$



$$\lambda = \frac{64}{1494} = 0,043$$

$$p_2 = 600'000 \text{ Pa} + \frac{854 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot 2,13 \text{ m/s}^2 - 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,8 \text{ m} \cdot 854 \text{ kg/m}^3 - \frac{854 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot 8,5 \text{ m/s}^2 - 0,043 \cdot \frac{3 \text{ m} \cdot 854 \text{ kg/m}^3}{0,01 \text{ m} \cdot 2} \cdot 2,13 \text{ m/s}^2$$

$$\underline{p_2 = 531'000 \text{ Pa}}$$

$$\text{Druckverlust } \Delta p = p_1 - p_2 = 600'000 \text{ Pa} - 531'000 \text{ Pa}$$

$$\underline{\Delta p = 69'000 \text{ Pa} = 0,69 \text{ bar}}$$

$$\text{Erforderliche Druckleistung } \text{perf} = \frac{\Delta p}{\eta}$$

$$\underline{\text{perf} = \frac{69'000 \text{ Pa}}{0,8} = 86'000 \text{ Pa} = 0,86 \text{ bar}}$$

$$\text{Füllzeit pro Dämpfer } \underline{t = \frac{V}{\dot{V}} = \frac{2 \text{ l}}{0,167 \text{ l/s}} = 12 \text{ s}}$$

11.2.1 Auswertung Nachberechnung

Auswertung Riffelblech

Der Tank wird nun nicht mehr auf dem Riffelblech befestigt. Damit senkt sich die Biegespannung von 106 N/mm^2 auf $54,2 \text{ N/mm}^2$. Die Biegespannung liegt nun unter der maximal zulässigen Spannung von 88 N/mm^2 .

Auswertung Schmierölpumpe

Die Druckberechnung beweist, dass die gewählte Pumpe mit acht bar genügend leistet. Maximal erforderlich sind nur 3,1 bar. Mit dem Druckregulierventil kann der Druck so angepasst werden, dass er nicht zu hoch ist. Die Füllzeit pro Blattarm dauert 8,7 Sekunden. Dies ist eine kurze Zeit, aber genügend, um den Füllstand unter Kontrolle zu haben.

Auswertung Hydraulikölpumpe

Die Druckberechnung zeigt, dass nur sehr wenig Druck nötig ist. Bereits 0,86 bar genügen. Die verwendete Pumpe erzeugt sechs bar. Auch hier kann der gewünschte Druck mit dem Regulierventil angepasst werden. Die Füllzeit pro Dämpfer dauert 12 Sekunden. Dies hängt jedoch von der Handhabung mit dem Wagenheber ab.

12 Material und Budget

Damit die Kosten unter Kontrolle sind wird eine Bestellliste und eine Budgetplanung geführt.

12.1 Bestellliste

Auf der Bestellliste werden alle Materialien erwähnt, welche bestellt wurden.

Pos	Produkt	Artikelnummer	Lieferant	Kosten pro Stück	Stückzahl	Kosten
1	Zahnradpumpe EP 100	3433932	MATO AG	539 CHF	1	539 CHF
2	Zahnradpumpe Marco UPX	1640421C	MATO AG	502 CHF	1	502 CHF
3	MAPCO Hydraulikfilter	29990	Pkw Teile	32 CHF	3	96 CHF
4	Schlauchschellen 10mm-16mm	1571904 UP	Conrad	0.65 CHF	70	45.50 CHF
5	Bopla EUROMAS ET Gehäuse	1388467 UP	Conrad	13.25 CHF	1	13.25 CHF
6	Transparenter Isolierschlauch	1572106-AW	Conrad	0.65 CHF	3m	1.95 CHF
7	Zweikomponenten-Vollgummireifen Ø= 140mm	179224 49	Kaiser Kraft	29.10CHF	4	116.40 CHF
8	Gummipuffer M8 Höhe 15mm	26102-03001555	Noerlem	2 CHF	8	16 CHF
9	Druckreduzierventil mit Manometer	DRV 34-Mano	Garten Technik	75 CHF	22	150 CHF
10	Schlauchtüllen 3/8 Zoll x 9mm	21270017	Swiss Fittings	2.06 CHF	4	8.24 CHF
11	Schlauchtülle 1/4 Zollx8mm	21800002	Swiss Fittings	2.30 CHF	1	2.30 CHF
12	Schlauchtülle 1/2 Zoll x 9mm	21270027	Swiss Fittings	2.85 CHF	1	2.85 CHF
13	Hydraulikschlauch	Aeroquip 1556-6	Hydroline AG	13.70 CHF	10m	137 CHF
14	Schnellkupplung Nippel	410-0722	Rs online	6.70 CHF	1	6.70 CHF
15	Schnellkupplung Buchse	410-0665	Rs online	16.70 CHF	1	16.70 CHF
16	Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm 90° gesägt Länge=370mm	-	Imfeld Alpnach	4.30 CHF	10	43 CHF
17	Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm 90° gesägt Länge=250mm	-	Imfeld Alpnach	2.90 CHF	4	11.60 CHF
18	Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm 90° gesägt Länge=60mm	-	Imfeld Alpnach	0.80 CHF	4	3.20 CHF
19	Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm Einseitiger Gehrungsschnitt lange Seite=800mm	-	Imfeld Alpnach	9.40 CHF	4	37.60 CHF
20	Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm Beidseitiger Gehrungsschnitt lange Seite=200mm	-	Imfeld Alpnach	2.50 CHF	4	10.00 CHF
21	Vierkant Stahlrohr 20mmx20mmx2mm Beidseitiger Gehrungsschnitt lange Seite=370mm	-	Imfeld Alpnach	4.50 CHF	2	9.00 CHF
23	Stahlwelle 15mmx500mm	-	Imfeld Alpnach	9.40 CHF	2	18.80 CHF
24	Aluminiumriffelblech 260mmx410mmx2mm	-	Imfeld Alpnach	9.80 CHF	2	19.60 CHF

Tabelle 16: Bestellliste

12.2 Kostenplanung

In der Kostenplanung werden die Kosten mit dem vorgegebenen Budget verglichen und die Differenz der einzelnen Positionen als Plus oder Minus dargestellt. Die Kostenplanung ist im grünen Bereich. Das Überschüssige Budget von 473.30 CHF kann für die Optimierungen nach dem ersten Testversuch verwendet werden.

Material	Budget	Kosten	Differenz
Ölpumpe für Blattarmschmierung	350 CHF	539 CHF	-189 CHF
Ölpumpe für Hydraulikdämpfer	500 CHF	502 CHF	-2 CHF
Öltank	120 CHF	0 CHF	+120 CHF
Ölfiler	60 CHF	96 CHF	-36 CHF
Umschaltventil	50 CHF	0 CHF	+50 CHF
Fernsteuerung	200 CHF	13.25 CHF	+186.75
Räder und Rollen	120 CHF	116.40 CHF	+3.60 CHF
Material für Wagenbau	150 CHF	152.80 CHF	-2.80
Schläuche	200 CHF	137 CHF	+63 CHF
Anschlussstücke	80 CHF	256.80 CHF	-176.8 CHF
Diverses Material	200 CHF	213.45 CHF	-13.45 CHF
Reserve Puffer	470 CHF	-	-
Gesamtbudget	2500 CHF	2026.70 CHF	+473.30

Tabelle 17: Kostenplanung

13 Auswertung

13.1 Aktueller Stand

Leider konnten die Prototypen bis zur Abgabe der Dokumentation noch nicht fertiggestellt werden. Durch lange Lieferzeiten und zu kurz geplante Herstellungszeiten, gab es Verzögerungen. Deshalb wurde auch noch keine Funktionsprüfung durchgeführt. Das zweite Gerüst ist noch nicht fertig geschweisst und es fehlen noch Hydraulikfilter und Schlauchtüllen. Auf dem Bild sieht man jedoch, dass ein Gerüst bis auf die Lackierung fertig ist. Die Pumpe und der Tank sind montiert und die Fernschaltung ist gewährleistet und funktioniert.

Das Ziel ist nun, dass die Herstellung der Prototypen bis zur Präsentation am 28. Oktober fertig ist und die Funktionsprüfung durchgeführt werden kann.



Abbildung 35: Aktueller Stand Schmierölpumpe

13.2 Beschreibung des Produkts

Der Öltank ist mit vier Befestigungsschrauben am Stahlrahmen montiert (siehe Abbildung 40). Die Räder sind mit einer M6 Schraube an der Welle montiert (siehe Abbildung 39). Durch eine Distanzscheibe unter der Unterlegscheibe kann das gewünschte Spiel erzeugt werden. Die Ölpumpe ist mithilfe von Gummipuffern auf dem Riffelblech befestigt (Siehe Abbildung 38). Der An- und Abschaltknopf wurde der Pumpe entnommen und im Boplagehäuse montiert (siehe Abbildung 36). Die Ausparung an der Pumpe wurde mit einem Aluminiumblech geschlossen. Das Blech ist mit Kleber angeklebt und die Verschraubung für das Kabel dringt durch das Aluminiumblech (siehe Abbildung 41). Die konstruierten Schlauchtüllen wurden gefertigt und sind einbaubereit (siehe Abbildung 37).



Abbildung 40: Befestigter Tank



Abbildung 39: Befestigtes Rad

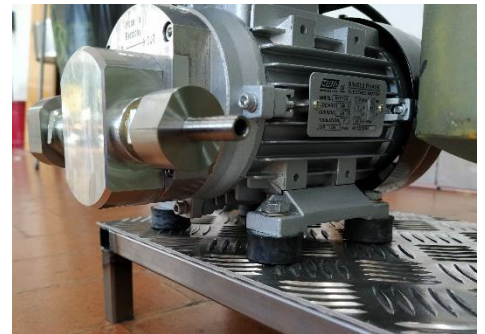


Abbildung 38: Ölpumpe mit Gummipuffern befestigt



Abbildung 41:
Aluminiumblech



Abbildung 36: Schalter
im Boplagehäuse



Abbildung 37: Gefertigte
Schlauchtüllen

13.3 Auswertung der Ziele

13.3.1 Generelle Ziele

- Strukturablauf einhalten
 - Der Strukturablauf konnte gut eingehalten werden.
- Terminplan einhalten
 - Der Terminplan wurde wegen Liefer- und Herstellungszeiten nicht eingehalten.
- Erlerntes Wissen der TEKO umsetzen
 - Für die Berechnungen konnte das erlernte Wissen der Strömungs- und Festigkeitslehre umgesetzt werden. Für den Ablauf der Diplomarbeit wurde das erlernte Wissen der Methodische Konstruktionslehre umgesetzt.

13.3.2 Technische Ziele

- Unterhaltungsarbeiten sollen mit einer Person ausgeführt werden können.
 - Leider wurde kein Testversuch durchgeführt. Jedoch sollte mit dem Lösungsvorschlag die Arbeit problemlos mit einer Person machbar sein.
- Die Ölpumpen müssen mobil sein.
 - Durch die Vollgummiräder ist die Ölpumpe mobil.
- Die Pumpen müssen funktionstüchtig sein.
 - Der Funktionscheck konnte leider noch nicht durchgeführt werden.

13.3.3 Teilziele



- Freigabe der Anforderungsliste.
 - Die Freigabe der Anforderungsliste wurde gemacht.
- Zwischenbesprechung 1+2.
 - Die zwei Zwischengespräche konnten mit dem Diplombegleiter abgehalten werden.
- Lösungsvorschlag für die Herstellung der zwei Ölpumpe.
 - Die Lösungsvorschläge sind vorhanden.
- Herstellung der zwei Ölpumpen.
 - Die Herstellung der zwei Pumpen ist noch nicht beendet.
- Analyse und Auswertung des Produktes.
 - Die Analyse konnte noch nicht durchgeführt werden. Die Auswertung der Lösungsvariante wurde erstellt.








13.3.4 Persönliche Ziele





- Selbständiges Ausarbeiten der Lösungsvarianten.
 - Die Lösungsvarianten wurden selbständig ausgearbeitet.
- Begründete Entscheidungen fällen.
 - Die Entscheidungen wurden mit Begründungen gefällt.
- Durch die Erarbeitung dieser Diplomarbeit soll ich mich bestmöglich auf Projekte, welche mir nach meiner Weiterbildung bevorstehen, vorbereiten.
 - Durch die Diplomarbeit habe ich viel gelernt. Ich habe gelernt in einem CAD Modelle und Zeichnungen zu erstellen und es gab mir die Möglichkeit mich im Projektarbeiten zu verbessern.



13.4 Auswertung Anforderungsliste












Da die geplante Funktionsprüfung nicht durchgeführt werden konnte, können nicht alle Kriterien bewertet werden. Alle grünen Daumen zeigen, dass das Kriterium erreicht wurde. Gelb bedeutet, dass es nur teilweise erreicht oder noch nicht getestet wurde.


Nr.	Status	Anforderung Kosten	F	M	W
1		Die Herstellkosten dürfen maximal 2500 CHF betragen.		x	
2		Budgetplan muss erstellt werden.		x	

Nr.	Status	Anforderung Funktion	F	M	W
3		Die Pumpen müssen dicht sein und keine Ölsuren hinterlassen.		x	
4		Die Wartungsarbeiten müssen von einer Person ausführbar sein.	x		
5		Die vier Ölfüllungen müssen in 15 Minuten erledigt sein.		x	
6		Die drei Dämpferfüllungen müssen in einer Stunde erledigt sein.		x	
7		Für die Unterhaltungsarbeiten sollen keine neuen Werkzeuge notwendig sein.	x		
8		Das An- und Abschalten der Schmierölpumpe muss ferngesteuert möglich sein.		x	
9		Die Bedienung der Ölpumpe muss einfach sein.		x	

Nr.	Status	Anforderung Sicherheit	F	M	W
10		Die Personensicherheit muss gewährleistet sein.	x		
11		Die Sicherheit am Hubschrauber muss gewährleistet sein. (es dürfen keine Schäden verursacht werden)	x		
12		Es müssen runde Materialien verwendete werden			x
13		Die Fertigungsstücke müssen entgratet sein		x	

Nr.	Status	Anforderung Wartung der Ölpumpe	F	M	W
14		Die Pumpen sollen mindestens 10 Jahre ohne eine Wartung halten.		x	
15		Es soll keine Spülung nach dem Gebrauch nötig sein		x	

Nr.	Status	Mechanische Anforderungen	F	M	W
16		Die Ölpumpen müssen von einer Person ohne Hilfsmittel transportierbar sein.		x	
17		Die Höhe darf maximal 150 cm betragen.			x
18		Die Breite darf maximal 60 cm betragen.			x
19		Das Gewicht darf 40 kg nicht überschreiten. (mit leerem Öltank)			x
20		Die Dichtungen der Hydraulikölpumpe müssen aus FKM sein	x		
21		Der Anschluss bei der Schmierölpumpe muss M8x1 sein	x		
22		Für den Anschluss am Blattarm wird eine Schnellkupplung benötigt.		x	
23		Der Anschluss bei der Hydraulikölpumpe muss G1/8 Zoll sein.	x		
24		Die Rücklaufleitung der Hydraulikölpumpe muss transparent sein.		X	
25		Die Länge des Hydraulikschlauches an der Schmierölpumpe muss mindestens drei Meter sein.	x		
26		Die Länge des Hydraulikschlauches an der Hydraulikölpumpe muss mindestens 2.5 Meter sein.	x		
27		Der Öltank soll ein Volumen von 10-15 Liter beinhalten.		x	

Nr.	Status	Anforderungen Stromversorgung	F	M	W
28		Die Energieversorgung soll mit Netzbetrieb sein.			x

13.5 Fazit

Obwohl nicht alle Ziele erreicht wurden, bin ich mit meiner Diplomarbeit zufrieden. Die Semesterarbeit war eine gute Vorbereitung auf die Diplomarbeit. Nach der Infosammlung begann ich mit dem Konzipieren. Anhand des Morphologischen Kasten konnte ich drei verschiedenen Lösungsvarianten erstellen. Nach dem Entscheid für die Lösungsvariante A, habe ich ein CAD Modell im Fusion 360 erstellt. Dies hat mich sehr gefordert, weil ich zuvor noch nie an einem CAD gearbeitet habe. Mit Hilfe von Lernvideos konnte ich das CAD bedienen und habe dabei viel gelernt. Für die Berechnungen konnte ich das erlernte TEKO-Wissen der Strömungs- und Festigkeitslehre umsetzen. Durch die Berechnungen konnten die nötigen Komponenten gewählt und bestellt werden. Nachdem alle Komponenten bestimmt wurden, habe ich die Nachkonstruktion und Berechnung gemacht. Die Lieferzeiten und Herstellung dauerten länger als erwartet. Daher konnte das Ziel eine Funktionsprüfung durchzuführen nicht erreicht werden. Mit meiner erarbeiteten Lösungsvariante bin ich sehr zufrieden und zuversichtlich, dass die zwei Ölpumpen einwandfrei funktionieren und den Helikoptermechaniker in Alpnach die Unterhaltungsarbeiten erleichtern. Die Diplomarbeit hat mir viel Spass bereitet und ich konnte davon sehr viel profitieren. Die Diplomarbeit hat mich bestens auf meine neue Arbeitswelt vorbereitet.

13.6 Lessons learned

Ich habe gelernt, dass gewisse Lieferzeiten länger dauern als versprochen wird und dies ein Projekt in die Länge ziehen kann. Mein Ziel in acht Wochen von der Planung bis zum Produkt war vermutlich etwas sportlich gesetzt. Was ich auch gelernt habe ist, dass die ersten Berechnungen meistens nicht genügen. Da mit vielen Annahmen gerechnet wird, muss häufig zu einem späteren Zeitpunkt eine Nachberechnung gemacht werden.

13.7 Schlusswort

Zum Schluss meiner Diplomarbeit blicke ich zurück auf eine intensive und anstrengende Zeit, welche mich nun mit Stolz und Freude belohnt. Ich möchte allen Personen danken, die mich bei dem Projekt unterstützt haben.

- Herr Mark Marti für die Mithilfe der Pumpenauswahl.
- Herr Christoph Jnglin für die Mithilfe der Hydraulikschlauch Auswahl.
- Herr Matthias Rohrer für die Fertigung der Schlauchtüllen.
- Herr Janik Steffen für das Schweißen der zwei Gerüste.
- Herr Thomas Bächler für die Layout Kontrolle.
- Frau Lea Röthlin für die Rechtschreibkorrektur

14 Anhang

14.1 Literaturverzeichnis

TEKO Skript Strömungslehre erstellt von Irène Schnyder-Mosig
 Buch von Alfred Böge Formeln und Tabellen Maschinenbau
 Datenblatt Aeroshell fluid 5M-A
 Datenblatt Nyco Hydraunycoil FH 2
 Ordner THM General Description of the Super Puma AS332
 MET Vorschriften für die Unterhaltungsarbeiten an einem Super Puma
 Hydroline Hydraulikschlauch Katalog Reusable Katalog EA001J
 Conrad electronic AG <https://www.conrad.ch/>
 Swiss Fittings <https://www.swiss-fittings.com/>
 Mato AG <https://mato.ch/>
 RS Components <https://ch.rs-online.com/>
 Normelemente Norelem <https://www.norelem.ch>
 Garten Technik <https://www.garten-technik.ch>
 Kaiser Kraft <https://www.kaiserkraft.ch/>
 Ölfilter <https://de.wikipedia.org/wiki/Ölfilter>
 Edelstahl <https://de.wikipedia.org/wiki/Edelstahl>

14.1.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lösungsvorschlag	7
Abbildung 2: Super Puma der Schweizer Armee	8
Abbildung 3: Hauptrotorkopf	9
Abbildung 4: Blattarm	9
Abbildung 5: Ölsystem Blattarm	9
Abbildung 6: Bugfahrwerk.....	10
Abbildung 7: Hauptfahrwerkdämpfer	10
Abbildung 8: Terminplan	14
Abbildung 9: Bisherige Pumpe	15
Abbildung 10: Hauptrotorkopf.....	16
Abbildung 11: Hauptfahrwerk.....	17
Abbildung 12: Schnellkupplung.....	18
Abbildung 13: Blattarm Ölverschluss	18
Abbildung 14: Fahrwerkzylinder Ölanschluss	18
Abbildung 15: Öltank.....	19
Abbildung 16: Blackbox	24

Abbildung 17: Skizze Teilfunktionen	25
Abbildung 18:Konzeptskizze Lösungsvariante A	31
Abbildung 19: Konzeptskizze Lösungsvariante B	32
Abbildung 20: Konzeptskizze Lösungsvariante C	33
Abbildung 21: Erstes 3D CAD-Modell.....	36
Abbildung 22: 3D CAD Modell.....	41
Abbildung 23: Handskizze Schwerpunktberechnungen.....	42
Abbildung 24: CAD-Modell Schwerpunktberechnung	43
Abbildung 25: Zahnradpumpe EP 100.....	46
Abbildung 26: Zahnradpumpe Marco UPX.....	46
Abbildung 27: Druckreguliertventil mit Manometer	47
Abbildung 28: Öltank.....	47
Abbildung 29: Hydraulikfilter	47
Abbildung 30: Schlauchtülle	49
Abbildung 31: Gummipuffer	49
Abbildung 32: Boplagehäuse.....	49
Abbildung 33: Vollgummirad	50
Abbildung 34: zweites 3D CAD-Modell	51
Abbildung 35: Aktueller Stand Schmierölpumpe.....	59
Abbildung 36: Schalter im Boplagehäuse.....	60
Abbildung 37: Gefertigte Schlauchtüllen	60
Abbildung 38: Ölpumpe mit Gummipuffern befestigt.....	60
Abbildung 39: Befestigtes Rad	60
Abbildung 40: Befestigter Tank.....	60
Abbildung 41: Aluminiumblech.....	60

14.1.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Nutzwertanalyse.....	19
Tabelle 2: Risikoanalyse	20
Tabelle 3: Morphologischer Kasten	26
Tabelle 4: Punktebewertung Teilfunktion 1.....	27
Tabelle 5: Punktebewertung Teilfunktion 2.....	27
Tabelle 6: Punktebewertung Teilfunktion 3.....	27
Tabelle 7:Punktebewertung Teilfunktion 4.....	28
Tabelle 8: Punktebewertung Teilfunktion 5.....	28
Tabelle 9: Punktebewertung Teilfunktion 6.....	28

Tabelle 10: Punktebewertung Teilfunktion 7	28
Tabelle 11: Punktebewertung Teilfunktion 8	29
Tabelle 12: Punktebewertung Teilfunktion 9	29
Tabelle 13: Punktebewertung Teilfunktion 10	29
Tabelle 14: Gesamtpunktzahlen der Lösungsvarianten	30
Tabelle 15: Bestellliste	57
Tabelle 16: Kostenplanung	58

14.2 Telefonbesprechungen

- 17.08.2020 Telefonbesprechung mit Herr Mark Marti der Firma Mato AG.
- 26.08.2020 Telefonbesprechung mit Herr Mark Marti der Firma Mato AG.
- 09.09.2020 Telefonbesprechung mit der Firma Hydroline AG.

14.3 Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass die vorliegende Projektarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt wurden. Mir ist bewusst, dass Verstösse gegen die Grundsätze der Selbstständigkeit als Täuschung betrachtet und entsprechend der Prüfungsordnung geahndet werden.

Alpnach, 25. März 2020

Bächler Stefan

Ort, Datum



14.4 Öldatenblätter



Technical Data Sheet

AeroShell Fluid 5M-A

AeroShell Fluid 5M-A is a highly refined, medium viscosity mineral oil containing an extreme pressure additive as well as additives to provide good oxidation and corrosion protection.

DESIGNED TO MEET CHALLENGES

Main Applications

- AeroShell Fluid 5M-A is used for the lubrication of gears where high tooth loadings exist. AeroShell Fluid 5M-A is particularly recommended for the lubrication of translation units of contra-rotating propellers, radar gearboxes, constant speed alternator drives. AeroShell Fluid 5M-A is also used in those helicopter transmissions (gearboxes) which require use of a MIL-PRF-6086 oil.
- AeroShell Fluid 5M-A is also suitable as an extreme pressure lubricant for heavily loaded pins, bushes and gear mechanisms.
- AeroShell Fluid 5M-A must not be used in engines.

Specifications, Approvals & Recommendations

- Approved MIL-PRF-6086F Medium Grade (US)
- Approved DEF STAN 91-112 Grade M (British)
- NATO Code O-155
- Joint Service Designation OEP-70

For a full listing of equipment approvals and recommendations, please consult your local Shell Technical Helpdesk.

Typical Physical Characteristics

Properties		MIL-PRF-6086F Medium Grade	Typical
Oil type		-	Mineral
Kinematic viscosity	@37.8°C mm ² /s	60 - 82	68
Kinematic viscosity	@98.9°C mm ² /s	-	8.3
Flashpoint (Cleveland Open Cup)	°C	154.5 min	204
Viscosity Index		80 min	100
Pour point	°C	-29 max	Below -29
Total Acid Number	mgKOH/g	1.0 max	0.1
Relative Density	@15.6/15.6°C	-	0.92
Load Wear Index	kg	40 min	50
Colour ASTM		8 max	< 3
Foaming, sequence I, II, III		Must pass	Passes
Copper corrosion 3 hrs	@100°C	Must pass	Passes

These characteristics are typical of current production. Whilst future production will conform to Shell's specification, variations in these characteristics may occur.

Health, Safety & Environment

• Health and Safety

Guidance on Health and Safety is available on the appropriate Material Safety Data Sheet, which can be obtained from <http://www.epc.shell.com/>

• Protect the Environment

Take used oil to an authorised collection point. Do not discharge into drains, soil or water.



NYCO
AERONAUTICS & DEFENCE

TECHNICAL DATA SHEET
HYDRAUNYCOIL FH 2

SYNTHETIC HYDRAULIC FLUID

NATO CODE H-537 – DCSEA 437/B – MIL-PRF-83282D Amd.1 - OX-19

DESCRIPTION

Hydrauncoil FH 2 is a synthetic hydraulic fluid based on a blend of poly-alpha-olefins and diesters, with a viscosity of 15 cSt at 40°C and a viscosity index of 125.

It contains anti-corrosion and anti-wear additives. Its operating temperature range is - 40°C to + 160°C in continuous use. It is supplied with a controlled particulate contamination level.

FH 2 is a substitute to MIL-PRF-5606/H-515 (petroleum based oils): reducing fire hazard due to high flash point, fire point and auto-inflammation temperature, evaporation loss is highly reduced.

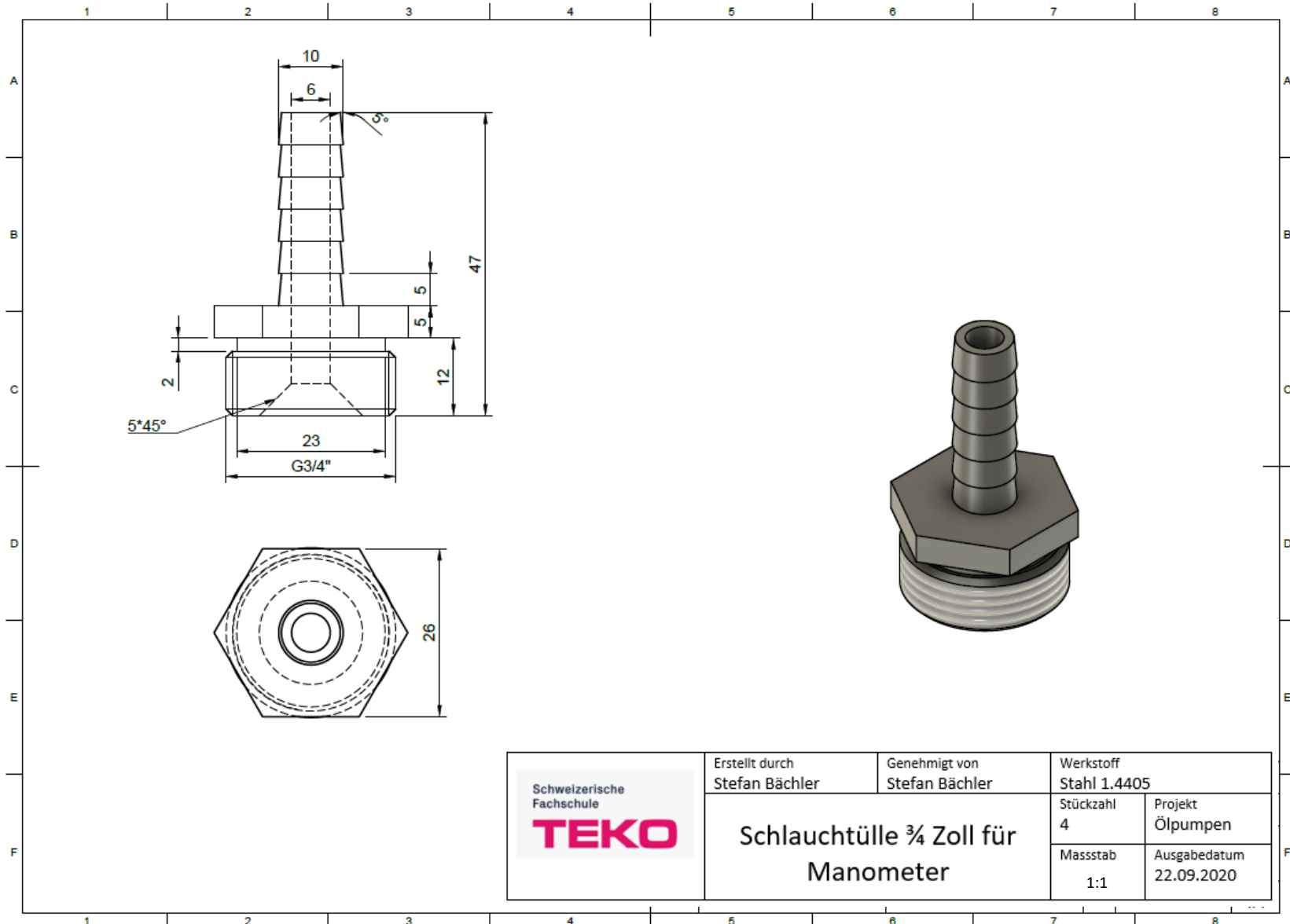


APPLICATIONS

- Helicopter systems
- Hydraulic fluid
- Landing gear fluid
- Fire resistant
- Leak testing
- Shock strut fluid for landing gear absorber
- Test bench
- Hydraulic actuators
- Missile hydraulic systems

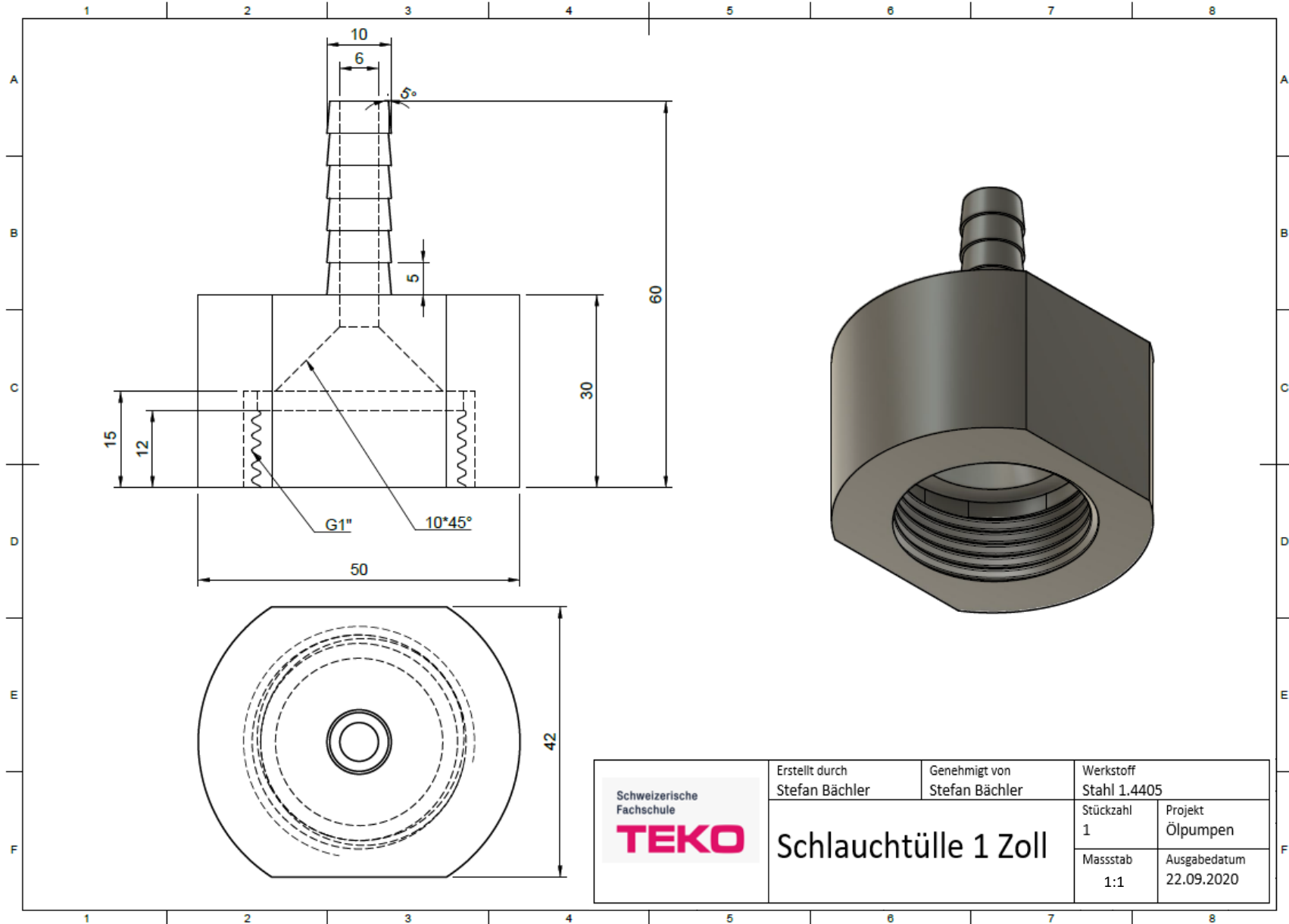
Characteristic	Unit	Typical Result	MIL-PRF-83282 D Limits	Test method
- Density at 20°C	-	0.854	Report	ASTM D 4052
- Appearance	-	Limpid red oil	Red oil	Visual
- Kinematic viscosity				
At 205°C		1.10	min. 1.00	ASTM D 445
At 100°C	mm ² /s	3.51	min. 3.45	
At 40°C		14.25	min. 14.0	
At - 40°C		2078	max. 2200	
- Low temperature stability, 72 h at - 40°C	-	pass	no gelling, clouding, crystallization, solidification or separation	FED-STD-791-3458
- Flash point	°C	220	min. 205	ASTM D 92
- Fire point	°C	250	min. 245	ASTM D 92
- Auto-ignition temperature	°C	380	min. 345	ASTM E 659
- Pour point	°C	- 66	max. - 55	ASTM D 97
- Total acid number	mg KOH/g	0.03	max. 0.10	ASTM D 664
- Evaporation loss, 6 h 30 at 205°C	%w	18.8	max. 20.0	ASTM D 972
- Foaming test (tendency/stability) at 24°C	cm ³ /cm ³	7/0	max. 65/0	ASTM D 892
- Steel on steel wear, 4-ball machine, scar diameter				
After 1 h at 9.8 N	mm	0.10	max. 0.21	ASTM D 4172
After 1 h at 98 N		0.24	max. 0.30	
After 1 h 392 N		0.55	max. 0.65	
- Solid particles content				
5 - 15 µm		2750	max. 10000	HIAC automatic counter
16 - 25 µm	nb/100 cm ³	150	max. 1000	
26 - 50 µm		40	max. 150	
51 - 100 µm		10	max. 20	
> 100 µm		1	max. 5	
- Elastomer NBR-L compatibility, 168h at 70°C	%v	20	18.0 to 30.0	FTM-S-791-3603
- Water content	mg/kg	56	max. 100	ASTM D 1533

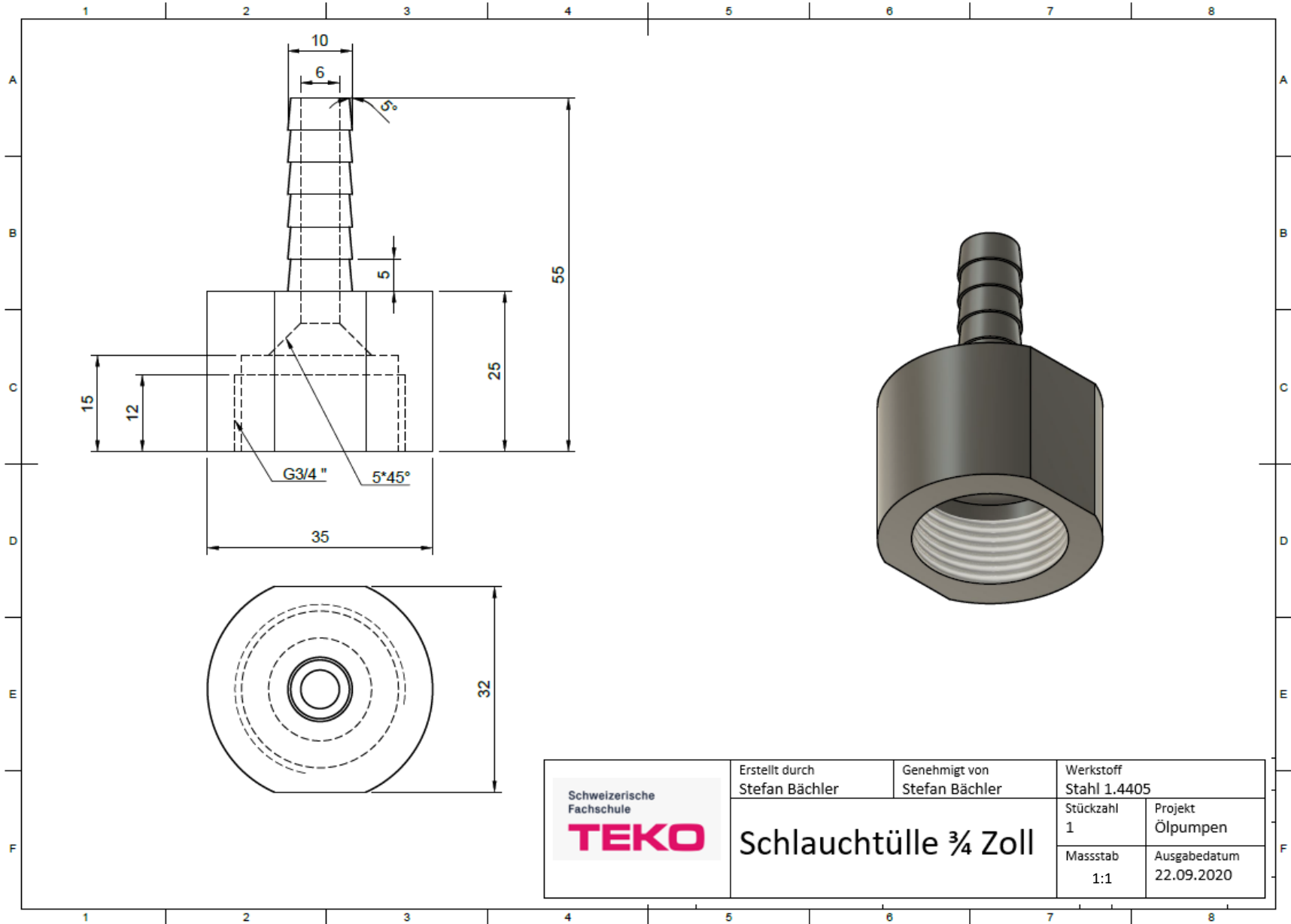
14.5 Zeichnungen




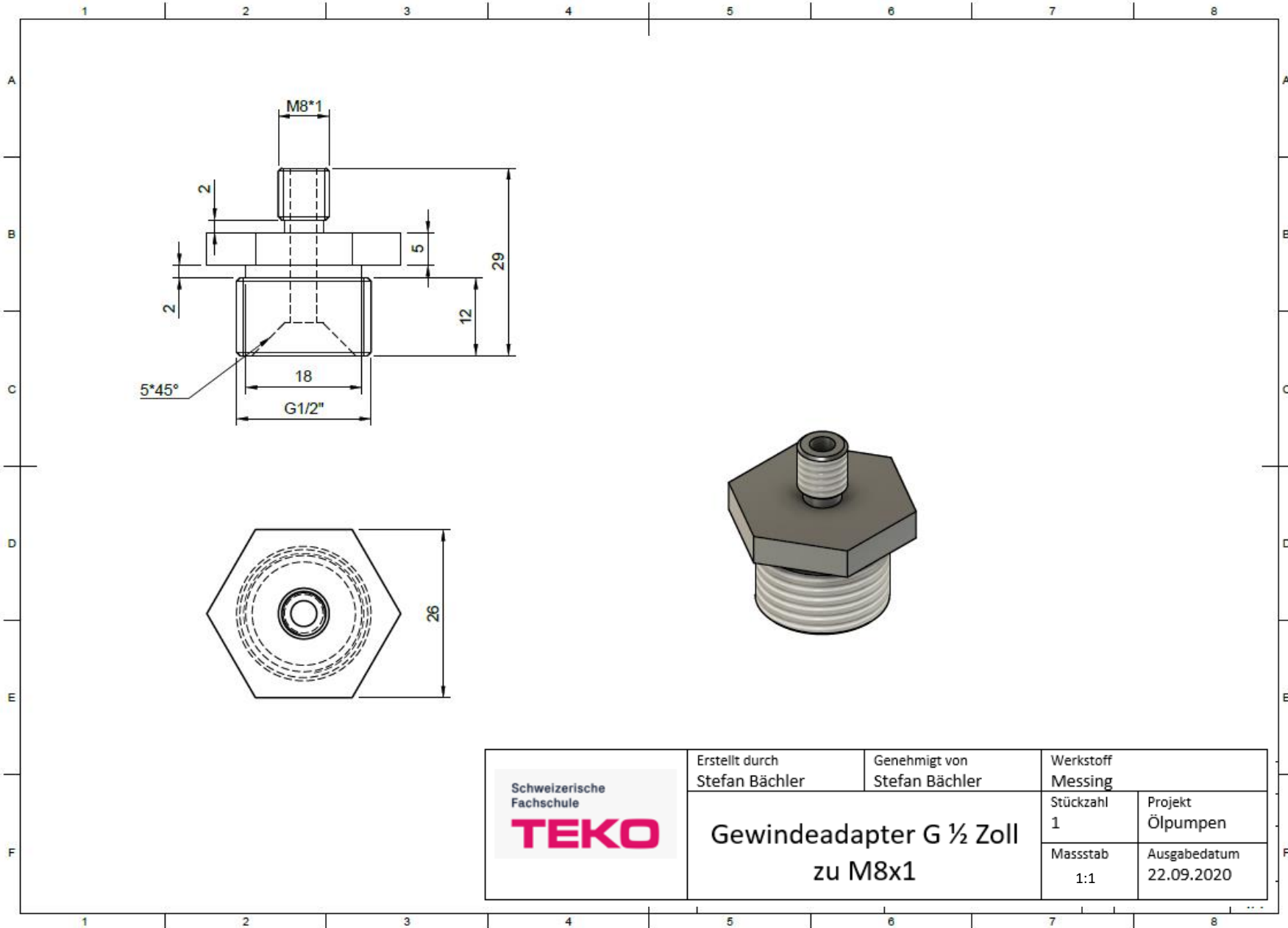
Schweizerische Fachschule TEKO	Erstellt durch Stefan Bächler	Genehmigt von Stefan Bächler	Werkstoff Stahl 1.4405	
	Schlauchtülle $\frac{3}{4}$ Zoll für Manometer		Stückzahl 4	Projekt Ölpumpen
			Massstab 1:1	Ausgabedatum 22.09.2020

Stefan Bächler

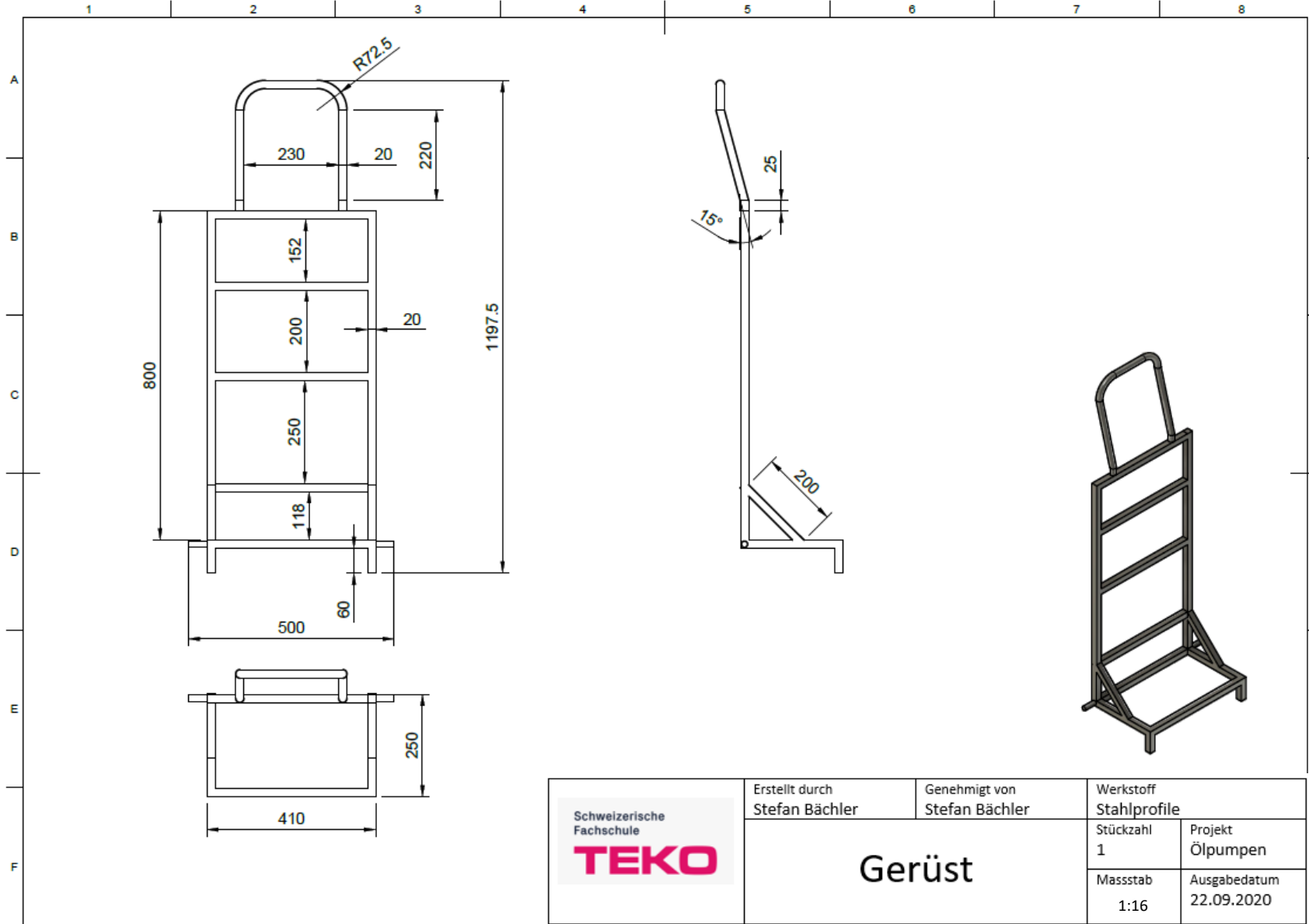




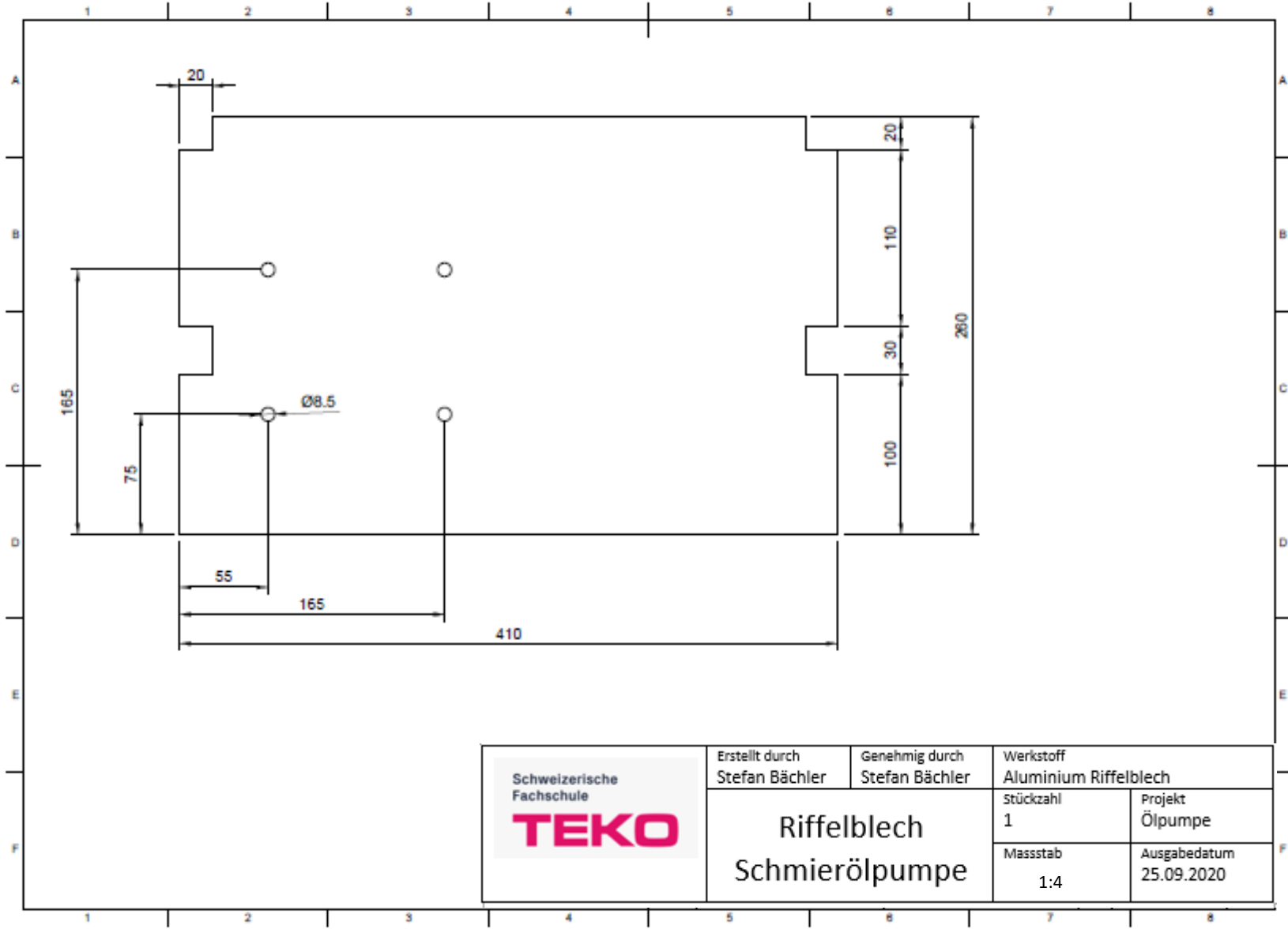
	Erstellt durch Stefan Bächler	Genehmigt von Stefan Bächler	Werkstoff Stahl 1.4405
	<h2>Schlauchtülle 3/4 Zoll</h2>		Stückzahl 1
			Projekt Ölpumpen
		Massstab 1:1	Ausgabedatum 22.09.2020



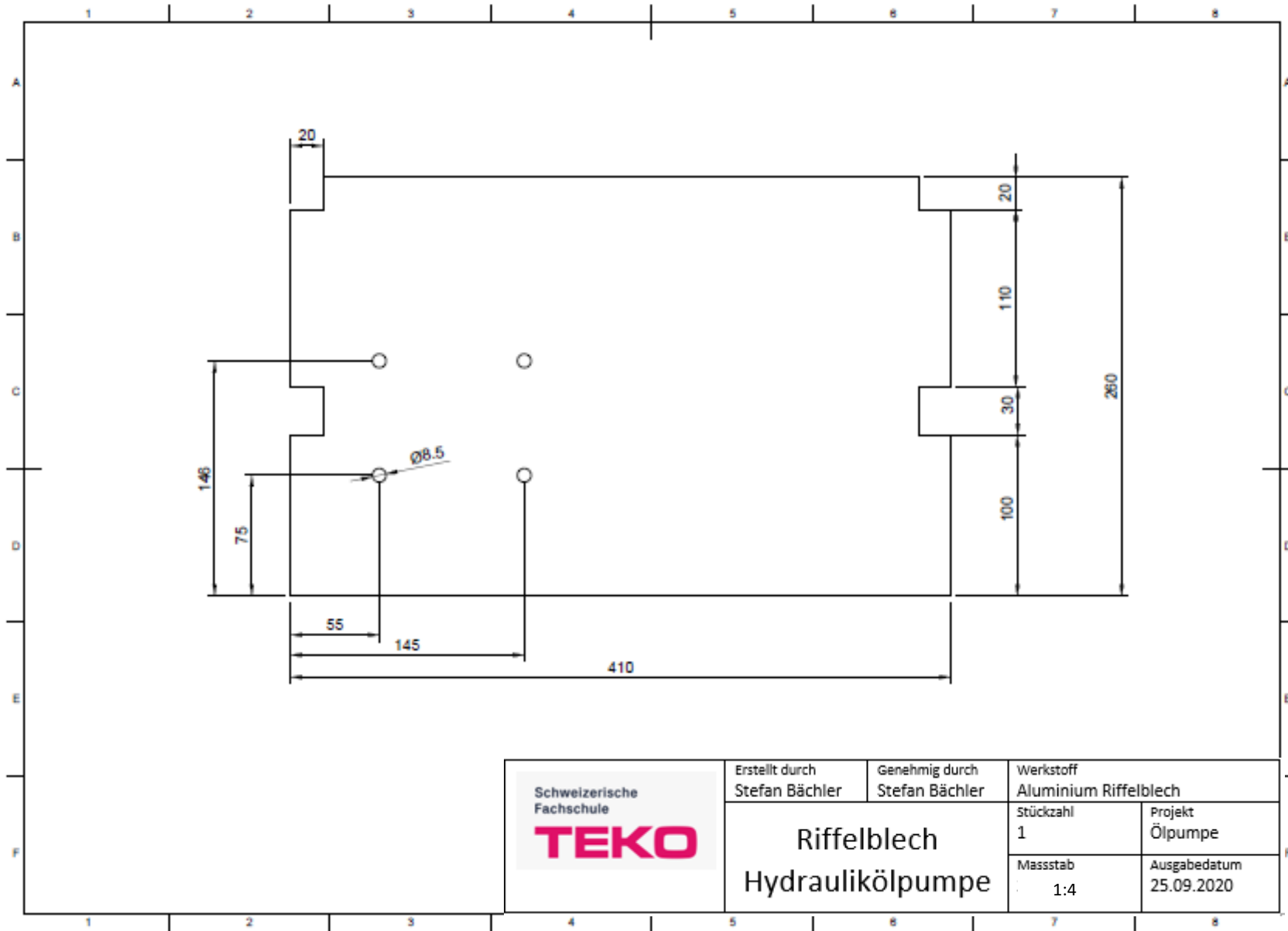
Schweizerische Fachschule TEKO	Erstellt durch Stefan Bächler	Genehmigt von Stefan Bächler	Werkstoff Messing	
	Gewindeadapter G ½ Zoll zu M8x1		Stückzahl 1	Projekt Ölpumpen
			Massstab 1:1	Ausgabedatum 22.09.2020

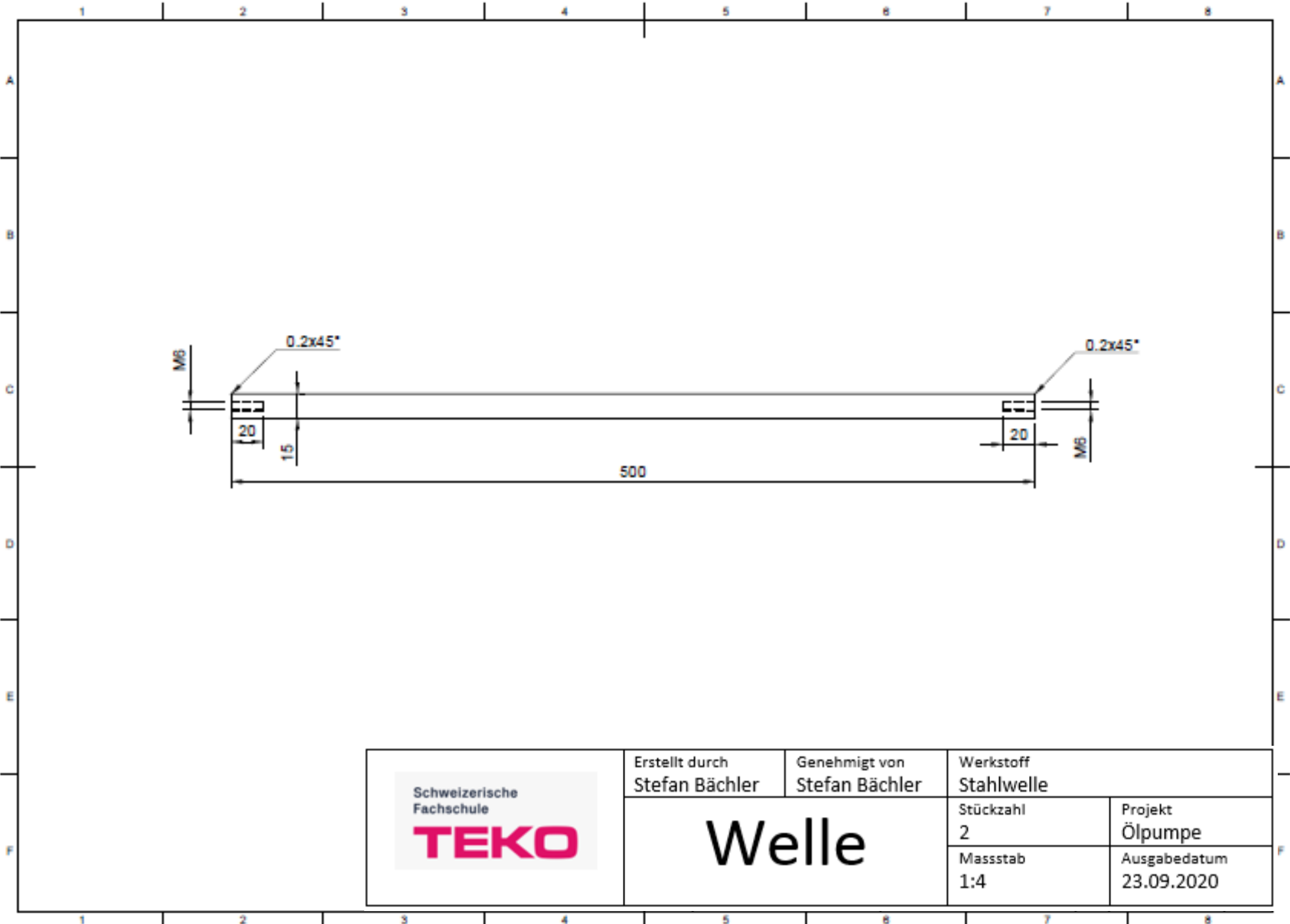


Schweizerische Fachschule TEKO	Erstellt durch Stefan Bächler	Genehmigt von Stefan Bächler	Werkstoff Stahlprofile	
	<h1>Gerüst</h1>		Stückzahl 1	Projekt Ölpumpen
			Massstab 1:16	Ausgabedatum 22.09.2020



Schweizerische Fachschule TEKO	Erstellt durch Stefan Bächler	Genehmigt durch Stefan Bächler	Werkstoff Aluminium Riffelblech	
	Riffelblech Schmierölpumpe		Stückzahl 1	Projekt Ölpumpe
			Massstab 1:4	Ausgabedatum 25.09.2020





14.5.1 MET-Vorschriften

14.5.1.1 Hauptfahrwerk

TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u>	32-10-00-201
	Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	Rev 24 1 / 19

SCV

A References

Maintenance Manual, WCs:

- 07-10-00-201** Aircraft lifting on hydraulic jacks
- 32-00-00-301** General instructions
- 32-30-00-501** Landing gear unit: Retraction - Ex-
tensions: Testing
- 53-50-00-404** Main landing gear: Removal -
Installation

Standard Practices Manual, WCs:

- 20-01-01-305** Hydraulic fluids
- 20-02-01-103** Installation of pipes
- 20-02-05-404** Joining by bolts and nuts
- 20-02-06-402** Safeying with lockwire
- 20-07-03-405** Instructions before carrying out re-
moval of a hydraulic equipment item
because of a leak

Master Servicing Manual (SAHMC Alpnach)

B Special Tools

- Tool kit, hydraulic system 332V000
- Hydraulic landing gear kneeling kit .. 332A95-4191-00
- Jacking pad SP1082
- Jack adapter pad 332A91-4105-02
- Blanking cap commercial
- Nitrogen bottle Bo-10.195-50

TH06 56.181 e	<p style="text-align: center;"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p style="text-align: center;">32-10-00-201</p> Rev 24 2 / 19
------------------	---	---

C Consumable Materials

CM 151	Hydraulic fluid H-537	SAP No 1111.5692
CM 776	Lockwire Ø 0.8 mm, Z3CN18	SAP No 1161.3804
Commercial	Dry nitrogen	

D Routine Replacement Parts

None

E Foreword (Fig 9)

CAUTION

Before performing any work on the landing gears, refer to the General Instructions as per WC **32-00-00-301**.

CAUTION

Never deflate a shock strut immediately after landing or taxiing (hydraulic fluid CM 151 in emulsion).
Wait for at least 2 hours before performing this operation.

- (1) The shock struts are delivered with the chamber filled with hydraulic fluid CM 151.
- (2) This operation must be performed only if there is accidental loss of hydraulic fluid CM 151 from the chamber.
- (3) All operations to open and close cocks and valves must be performed very slowly.
- (4) The operations to check and inflate the chambers of a shock strut are the same.

TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u>	32-10-00-201
	Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	Rev 24 3 / 19

- (5) Make sure that the sliding rod is clean, if there is seepage of hydraulic fluid CM 151, refer to the Standard Practices Manual, WC **20-07-03-405**.
- (6) Making the leak check tool **(X)** (**Fig 9**):
- (a) material used: polyamide plate ECS 2124, thickness 4 mm,
 - (b) dimensions to be complied with as per **Fig 9**:
 - a = 120 degrees \pm 1 degree,
 - b = 8 mm \pm 0.10 mm,
 - c = 100 mm \pm 0.15 mm,
 - d = 10 mm \pm 0.10 mm,
 - R = 29 mm \pm 0.10 mm.
- (7) For aircraft immobilized in static condition at the maintenance work site, if there is seepage of hydraulic fluid on the chrome-plated rod **(2)** of the shock strut, or if there is a trickle of hydraulic fluid at the bottom of the scraper ring related to seepage, apply the following procedure:
- (a) during the maintenance work:
 - 1 clean the chrome-plated rod **(2)** and the scraper ring, make sure that there are no foreign objects that can damage the dynamic seal,
 - 2 after seven days, make sure that there is no hydraulic fluid at the scraper ring,
 - 3 if there is hydraulic fluid, position the leak check tool **(X)** flat on the shock absorber actuator at the scraper ring and in the contact surface on the detection switch of the retracted actuator **(1)** (Zone **(Z)**),
 - 4 look from the top along a normal axis to the leak check tool **(X)**:
 - a if the hydraulic fluid is hidden by the leak check tool **(X)**, the seepage is permitted, wipe the chrome-plated rod and the scraper,
 - b if the leak control tool **(X)** does not completely hide the hydraulic fluid in the scraper, send the shock absorber to the repair workshop,

<p>TH06 56.181 e</p>	<p style="text-align: center;"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> <p style="text-align: center;">Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p style="text-align: center;">32-10-00-201</p> <p style="text-align: center;">Rev 24 4 / 19</p>
--------------------------	---	--

- (b) less than forty-eight hours before leaving the maintenance work site:
- 1 clean the chrome-plated rod and the scraper ring, make sure that there are no foreign objects that can damage the dynamic seal,
 - 2 after twenty-four hours, make sure that there is no hydraulic fluid at the scraper ring,
 - 3 if there is no hydraulic fluid in the scraper ring, the shock strut is declared to be compliant,
 - 4 if hydraulic fluid is found in the scraper ring, send the shock strut to the repair workshop.

F Checking the Pressure - Inflation (Fig 6)

NOTE: To use the HP charts (Fig 4) and LP charts (Fig 5), refer to the following scale:

- SCALE II: if the evolution ambient temperature is between -40°C and 50°C,

before any checking and / or inflation operations on HP and / or LP shock struts.

NOTE: Make sure that the clearance is sufficient for the jack (34) (Fig 6) to pass between the wheel (29) of the main landing gear and the hydraulic actuator (30). Be especially careful with the position of the handle (31).

- Remove the upper fairing of the landing gear leg.

- (1) Lift the aircraft on jacks as per WC 07-10-00-201.

Pull the emergency extension control handle to EMERG L/G position.

Release pressure in the shock strut actuator by actuating hand pump 2–4 times.

- (2) Use the hydraulic tool kit to pressurize the main landing gear hydraulic unit:

- (a) make sure that the hydraulic pressure is at zero,

TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-10-00-201 Rev 24 5 / 19
------------------	---	---

- (b) remove the lock and disconnect the line from the union (37) (Fig 7) of the hydraulic unit (38),
 - (c) install a blanking cap on the removed line,
 - (d) connect the line from the hydraulic landing gear kneeling kit to the union (37) and to the manifold from the hydraulic tool kit using the wrench from the hydraulic landing gear kneeling kit,
 - (e) connect the hand pump from the hydraulic tool kit to the manifold,
 - (f) using the hand pump, pressurize the circuit to a pressure greater than 40 bar to disengage the kneeling valves,
 - (g) maintain this pressure when checking the pressure and inflation of the HP shock strut.
- (3) Checking the HP and LP pressures
- (a) Checking the HP pressure (Fig 1, DETAIL A) (Fig 2) (Fig 4)
 - 1 Removing the plug from the valve (8) (Fig 2).
 - 2 On the valve (3) (Fig 1), install the checking equipment (6):
 - a connect the checking equipment (6) to the valve (3),
 - b connect the knurled knot (5) to the valve (3),
 - c install the appropriate pressure gauge (1) on the checking equipment (6).
 - 3 Loosen the nut (4) by one to one and a half turns maximum.
 - 4 Tighten the knurled knob (7) for the percussion of the valve core (2).
 - 5 Read the pressure on the appropriate pressure gauge (1).
 - 6 If the pressure is not sufficient, inflate the shock strut as per the HP chart (Fig 4), and the NOTE on the scales to be used at the beginning of *paragraph F*.
 - 7 Loosen the knurled knob (7) (Fig 1).
 - 8 Torque the nut (4).
 - 9 Loosen the knurled knob (5).
 - 10 Disconnect the checking equipment (6).
 - 11 Install the valve plug (8) (Fig 2) on the valve (2).

<p>TH06 56.181 e</p>	<p><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p>32-10-00-201 Rev 24 6 / 19</p>
--------------------------	--	--

(b) Checking the LP pressure (Fig 3) (Fig 5) (Fig 8)

- 1 Remove the plug from the valve (22) (Fig 3).
- 2 On the valve (41) (Fig 8), install the checking device (44):
 - a connect the checking device (44) to the valve (41),
 - b tighten the knurled knob (43) on the valve (41),
 - c install the appropriate pressure gauge (39) on the checking device (44).
- 3 Loosen the nut (42) by one to one and a half turns maximum.
- 4 Tighten the knurled knob (45) for percussion of the valve core (40).
- 5 Read the pressure on the appropriate pressure gauge (39).
- 6 If the pressure is not sufficient, inflate the shock strut as per the LP chart (Fig 5), and the NOTE on the scales to be used at the beginning of *paragraph F*.
- 7 Loosen the knurled knob (45) (Fig 8).
- 8 Torque the nut (42).
- 9 Loosen the knurled knob (43).
- 10 Disconnect the checking device (44).
- 11 Install the valve plug (22) (Fig 3) on the valve (21).

(4) Inflating the high-pressure shock strut (HP) (Fig 2) (Fig 4) (Fig 7)

- (a) Connect the inflation device (if needed, with booster):
 - 1 remove the valve plug (8) (Fig 2) from the valve (2).
 - 2 connect the knurled knob (10) to the valve (2).
- (b) Make sure that the valves (17) and (18) close.
- (c) Slowly open the valve (16) on the bottle of dry nitrogen (11) and the valve (15).
- (d) On the pressure gauge (14), check the pressure contained in the bottle of dry nitrogen (11): minimum 250 bar.

NOTE: If the bottle pressure is less than 250 bar during high-pressure inflation operation, replace bottle or, if necessary, use pressure intensifier.

<p>TH06 56.181 e</p>	<p><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p>32-10-00-201 Rev 24 7 / 19</p>
--------------------------	--	--

- (e) Tighten the pressure reducing valve (12) and display the required pressure on the pressure gauge (13).
 - (f) Loosen the nut (3) of the valve cock by one to one and a half turns maximum.
 - (g) Tighten the knurled knob (9) for the percussion of the valve core.
 - (h) Bleed the line by opening and closing the valve (17).
 - (i) Display the required pressure on the pressure gauge (19) by operating the valve (18) and allow the pressure to stabilize as per the HP chart (Fig 4) and the NOTE on the scales at the beginning of *paragraph F*.
 - (j) Loosen the knurled knob (9) (Fig 2).
 - (k) Torque the nut (3) of the valve cock.
 - (l) Close the valve (16) on the bottle of dry nitrogen (11).
 - (m) Slowly open the valve (18) and the valve (17) to bleed the dry nitrogen remaining in the lines.
 - (n) Tighten the cock (15) and loosen the cock (12).
 - (o) Remove the inflation device.
 - (p) Install the plug (8) on the valve (2).
 - (q) Close the cock (9) of the dry nitrogen bottle.
- (5) Make the pressure drop in the hydraulic system of the hydraulic unit (38) (Fig 7):
- (a) position the bleed drum from the hydraulic tool kit,
 - (b) bleed the hydraulic circuit using the manifold bleed valve,
 - (c) disconnect the line of the hydraulic landing gear kneeling kit from the union (37) and from the manifold of the hydraulic tool kit using the wrench from the hydraulic landing gear kneeling kit,
 - (d) remove the blanking cap from the aircraft line,
 - (e) connect the aircraft line to the union (37),
 - (f) safety the line with lockwire CM 776 as per Standard Practices Manual.

TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-10-00-201 Rev 24 8 / 19
------------------	---	---

(6) Filling the low-pressure shock strut (LP) (Fig 3) (Fig 6)

CAUTION

Make sure that the aircraft is not lifted and that it remains correctly installed on its hydraulic jacks during the operation.

- Remove the main landing gear fairing (WC 53-50-00-404).
 - (a) Install the jacking pad at the base of the shock strut (32) (Fig 6).
 - (b) Install the jack (34) SP1082 equipped with the jack adapter (35) under the landing gear (32), in contact with the jacking pad.
- NOTE:** Be especially careful with the movement of the jack (34). Put the handle (33) toward the rear of the aircraft.
- (c) Deflate the shock strut:
 - 1 remove the plug (22) (Fig 3) from the valve (21),
 - 2 remove the valve core,
 - 3 install the inflation device: connect the knurled knob (23) to the valve (21),
 - 4 loosen the nut from the valve (21),
 - 5 install a bleed drum under the air vent line,
 - 6 open the valve (26) and allow the inflation pressure to be released from the LP chamber.
 - (d) Compress the shock absorber with the jack until reaching the mechanical stop (20) and allow the hydraulic fluid to flow into the bleed drum.
 - (e) Close the valve (26).
 - (f) Open the valve (25).
 - (g) Using the hand pump (27), slowly fill the shock strut with hydraulic fluid CM 151, under a pressure of 50 bar read on the pressure gauge (24) and allow the jack to lower slowly until the shock strut is completely extended.

TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u>	32-10-00-201
	Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	Rev 24 9 / 19

- (h) Close the valve (25).
- (i) Open the air vent valve (26).
- (j) Compress the LP shock absorber using the jack until reaching the mechanical stop (20). Mark it.
- (k) Close the valve (26).
- (l) Perform the filling and compression operation of the LP shock absorber two to three times to remove the air. Before the last compression operation of the shock absorber, make a mark (28) at a length **L** equal to 17.5 mm from the mechanical stop (20).
- (m) Compress the shock absorber until reaching the mark (28).
- (n) Torque the nut of valve (21).
- (o) Remove the inflation device: knurled knob (23) from the valve (21).
- (p) Install the valve core.
- (q) Remove the jack (34) and the jack adapter (35).
- (r) Remove the jacking pad.
- (s) Inflate the shock absorber as per *paragraph (7) "Inflating the low-pressure shock strut"* and allow it to extend during the inflation.

CAUTION

Keep the position of retracted shock strut (mark (28)) before inflating low-pressure shock strut.

- (t) Install the plug (22) on the valve (21).
- (7) Inflating the low-pressure shock strut
Before inflating, ensure correct fluid level as per *paragraph (3) "Checking the HP and LP pressures"*.
 - (a) Perform the operations as per the principle given in *paragraph (4) "Inflating the high-pressure shock strut (HP) (Fig 2) (Fig 4) (Fig*

TH06 56.181 e	<p style="text-align: center;"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p style="text-align: center;">32-10-00-201</p> Rev 24 10 / 19
------------------	---	--

7)" through the valve (21) **(Fig 3)** and **(Fig 2)**, as per the LP chart **(Fig 5)** and the NOTE on the scales to be used at the beginning of *paragraph F*.

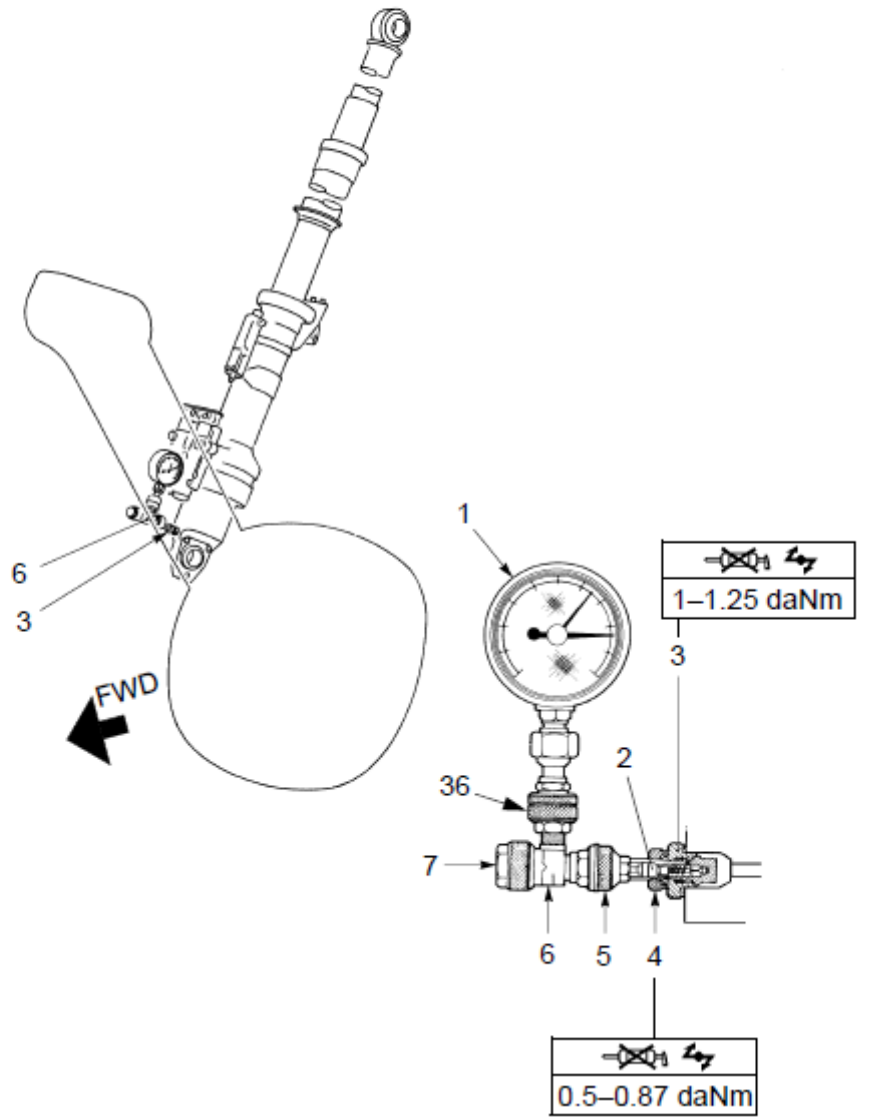
(b) Inflate the shock strut and allow it to extend during the inflation.

G Final Steps

- (1) Install the main landing gear fairing as per WC **53-50-00-404**.
- (2) Set the emergency extension control handle to NORMAL.
- (3) Perform a landing gear RETRACTION-EXTENSION test as per WC **32-30-00-501**.
- (4) Set the aircraft on its wheels as per WC **07-10-00-201**.

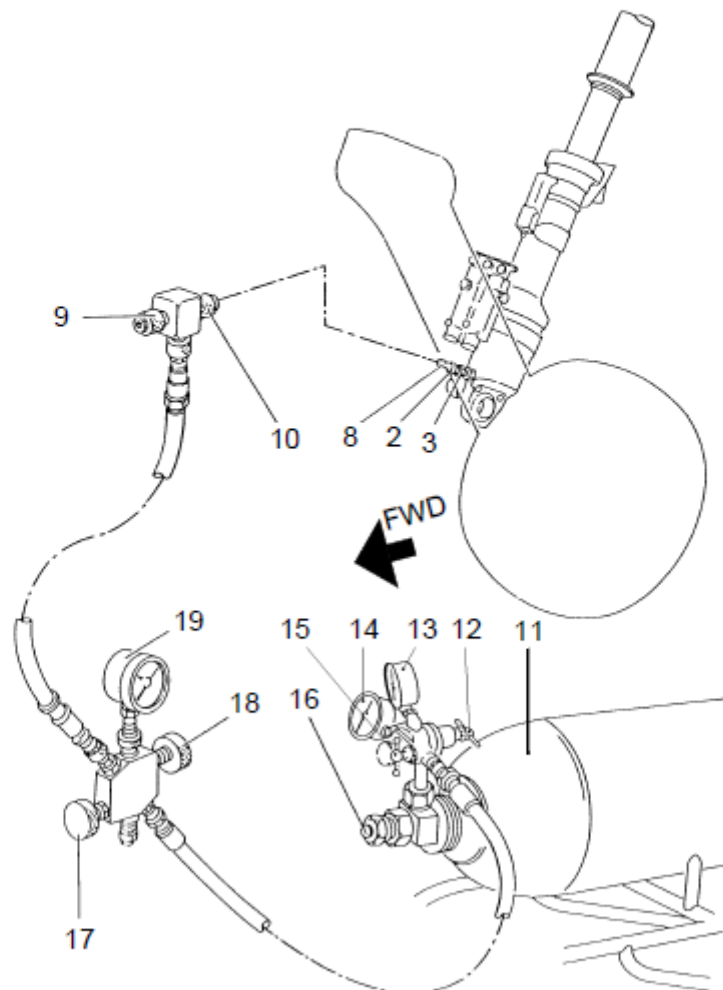
TH06 56.181 e	<p align="center"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p align="center">32-10-00-201</p> Rev 24 11 / 19
------------------	--	--

Fig 1



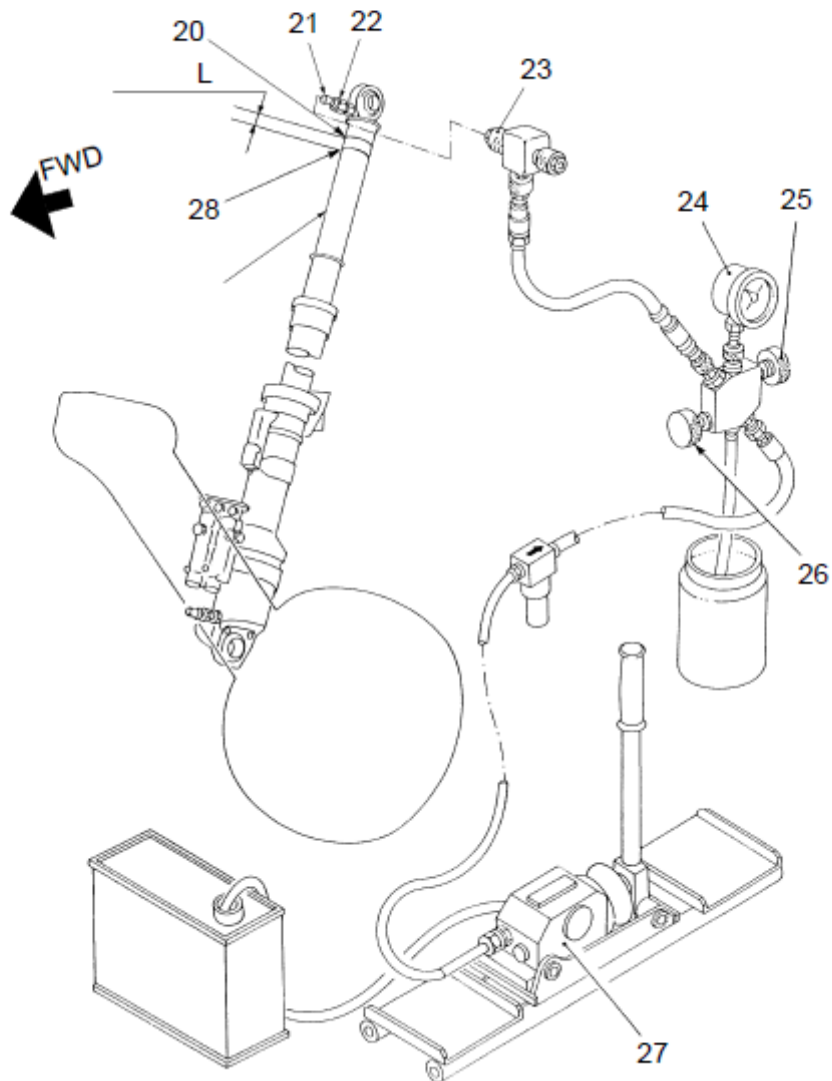
<p>TH06 56.181 e</p>	<p><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p>32-10-00-201 Rev 24 12 / 19</p>
--------------------------	--	---

Fig 2



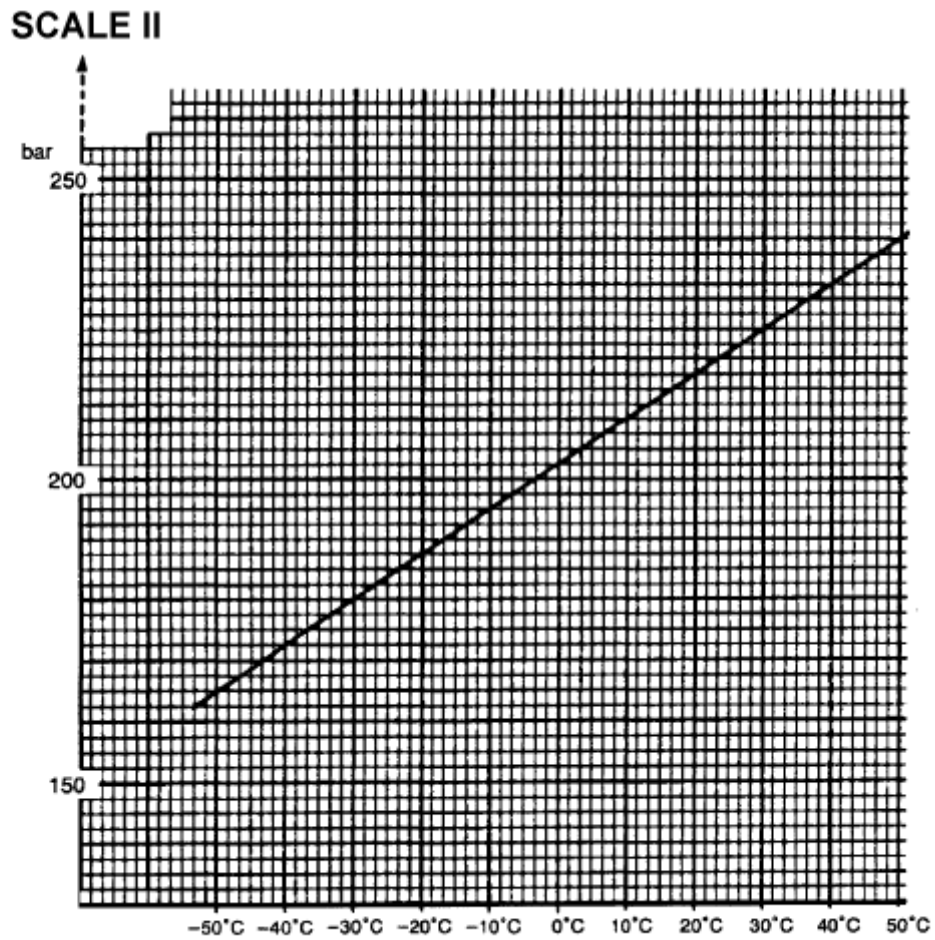
<p>TH06 56.181 e</p>	<p><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p>32-10-00-201 Rev 24 13 / 19</p>
--------------------------	--	---

Fig 3



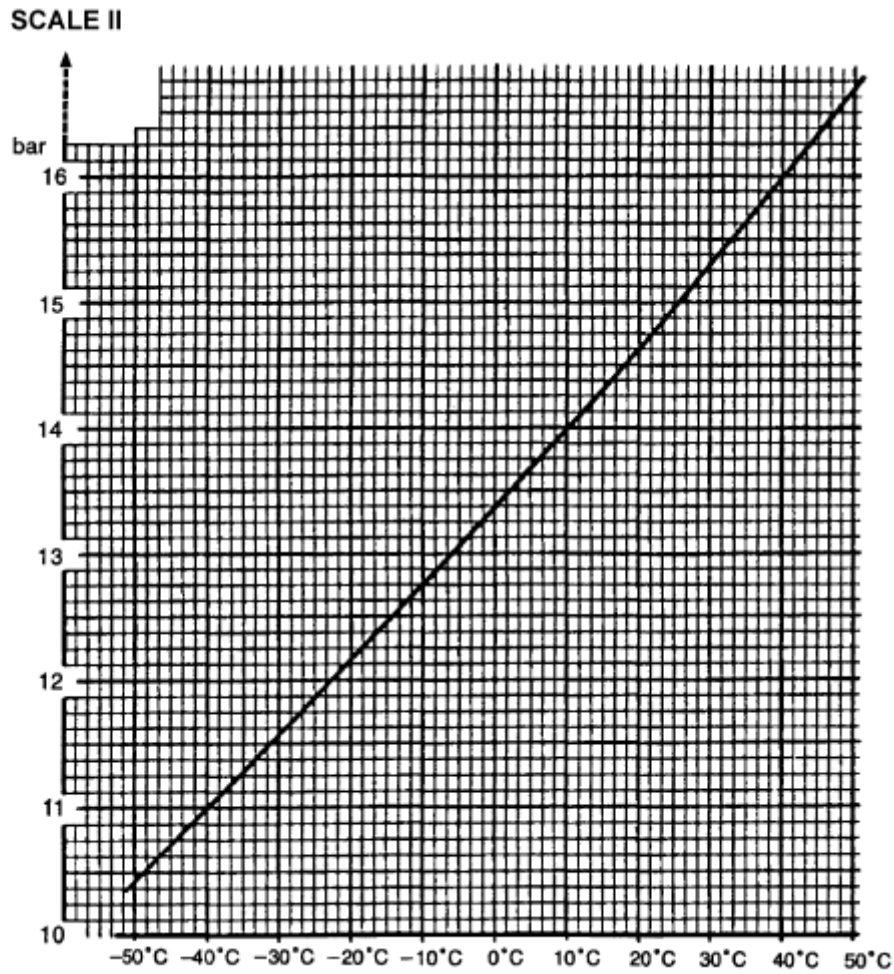
TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-10-00-201 Rev 24 14 / 19
------------------	---	---------------------------------------

Fig 4



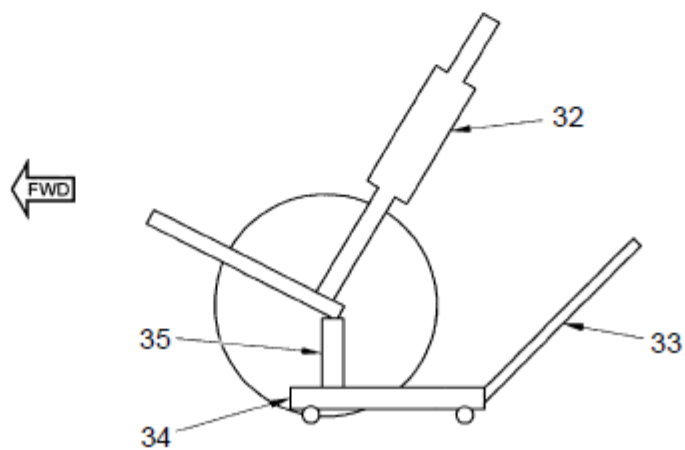
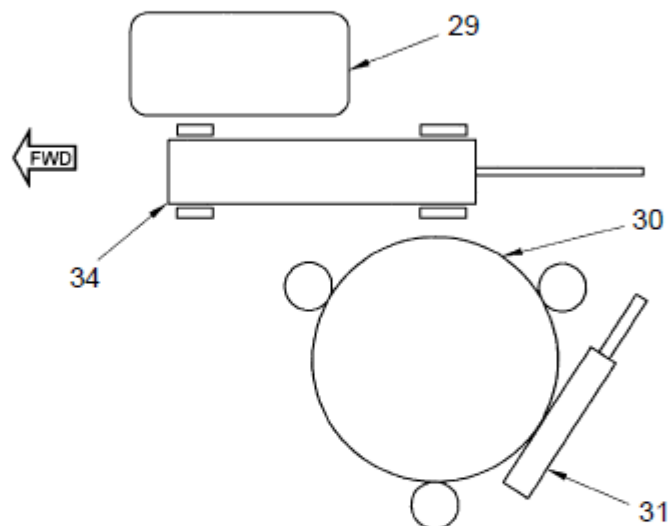
TH06 56.181 e	<p align="center"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p align="center">32-10-00-201</p> Rev 24 15 / 19
------------------	--	--

Fig 5



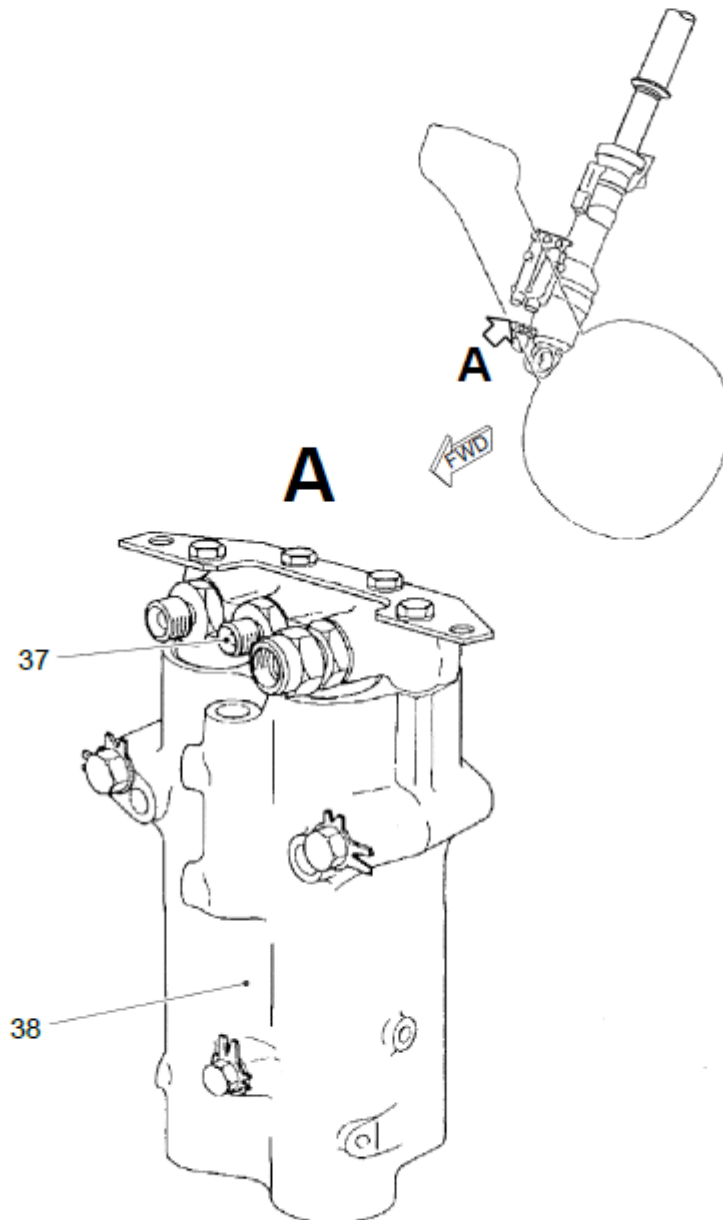
TH06 56.181 e	<u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-10-00-201 Rev 24 16 / 19
------------------	---	---------------------------------------

Fig 6



TH06 56.181 e	<p align="center"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p align="center">32-10-00-201</p> Rev 24 17 / 19
------------------	--	--

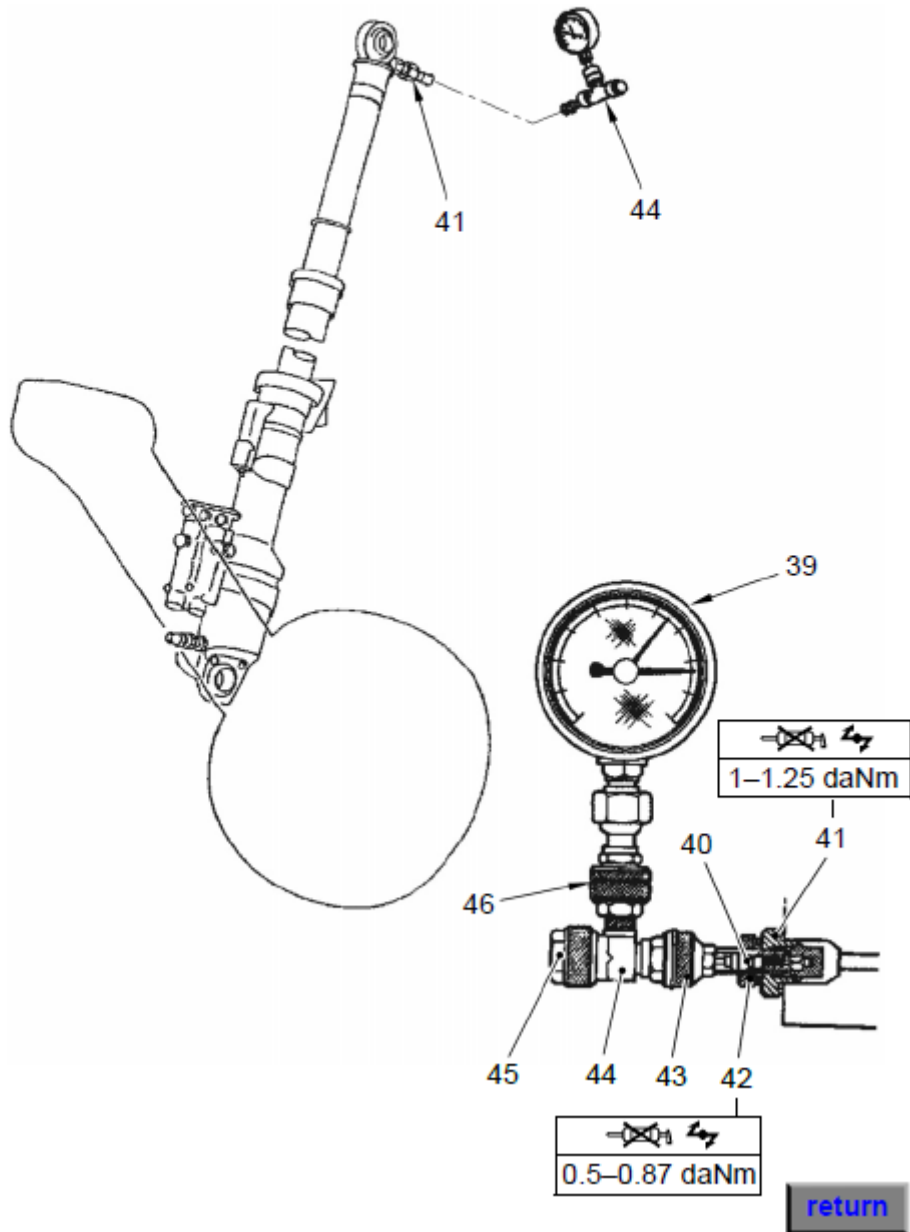
Fig 7



[return](#)

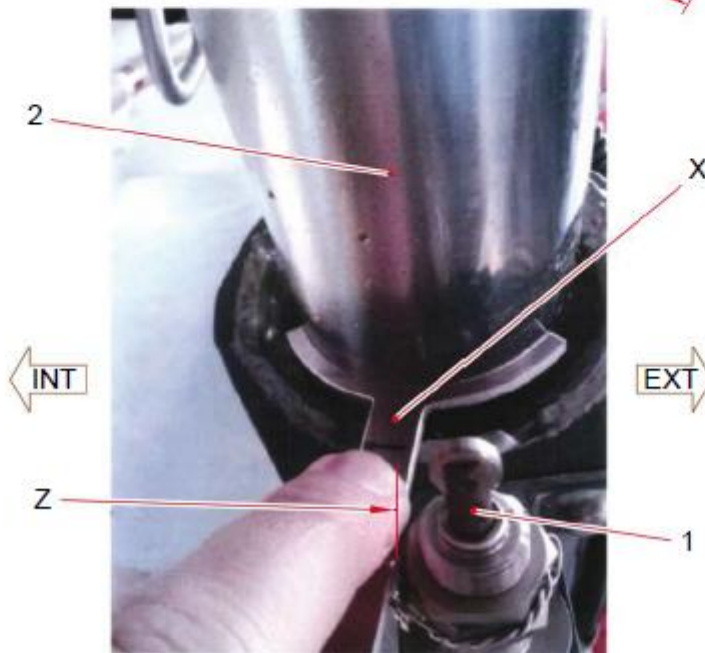
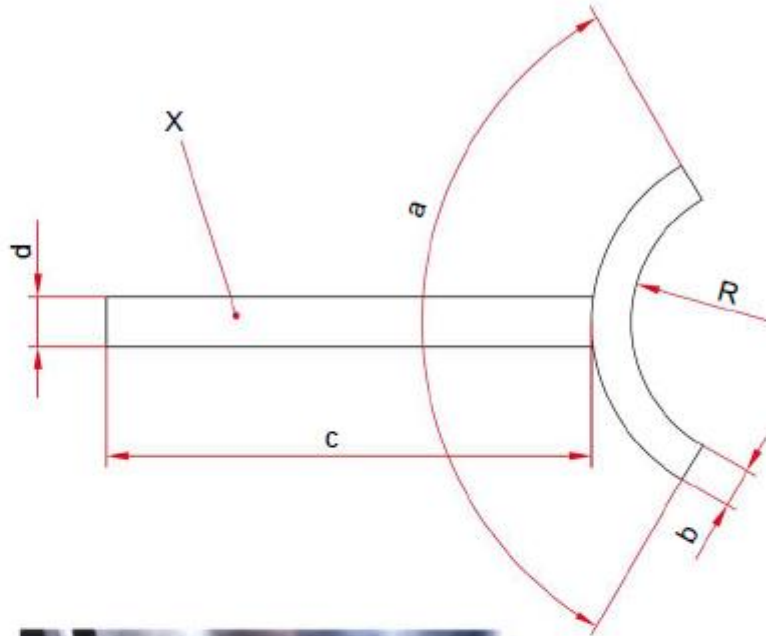
TH06 56.181 e	<p align="center"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p align="center">32-10-00-201</p> Rev 24 18 / 19
------------------	--	--

Fig 8



TH06 56.181 e	<p align="center"><u>MAIN LANDING GEAR UNITS</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p align="center">32-10-00-201</p> Rev 24 19 / 19
------------------	--	--

Fig 9



[return](#)

14.5.1.2 Bugfahrwerk

TH06 56.181 e	<u>NOSE LANDING GEAR</u>	32-20-00-201	
	Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	Rev 20	1 / 9

SCV

A References

Maintenance Manual, WCs:

07-10-00-201 Aircraft lifting on hydraulic jacks

32-00-00-301 General instructions

32-30-00-501 Landing gear unit: Retraction -
Extension: Testing

Standard Practices Manual, WCs:

20-02-05-404 Joining by bolts and nuts

20-07-03-405 Instructions before carrying out re-
moval of a hydraulic equipment item
because of a leak

B Special Tools

Tool kit, hydraulic system 332V000

Hydraulic jack 703A91-0316-00

Jack adapter pad 332A91-4205-00

Assembly shim 332A93-4207-20

Nitrogen bottle (on
truck SPW 7001) Bo-10.195-50

C Consumable Materials

CM 151	Hydraulic fluid H-537	SAP No 1111.5692
Commercial	Dry nitrogen	

D Routine Replacement Parts

None

TH06 56.181 e	<p style="text-align: center;"><u>NOSE LANDING GEAR</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p style="text-align: center;">32-20-00-201</p> Rev 20 2 / 9
------------------	---	--

E Foreword

CAUTION

You must refer to the General Instructions as per WC **32-00-00-301** before starting any work on the landing gears.

CAUTION

Never deflate a shock strut immediately after landing or taxiing (hydraulic fluid CM 151 in emulsion). Wait at least 30 minutes before proceeding.

- (1) Shock struts are delivered with the chamber filled with hydraulic fluid CM 151.
- (2) This operation is performed only in the event of accidental loss of hydraulic fluid CM 151 from the chamber.
- (3) All cocks or valves are to be opened and closed very slowly.
- (4) Checking and chamber inflation procedure for a shock strut are identical.
- (5) Make sure that the slide rod is clean, if there is seepage of hydraulic fluid CM 151 refer to the Standard Practices Manual, WC **20-07-03-405**.
- (6) Jack up the aircraft as per WC **07-10-00-201**.

<p>TH06 56.181 e</p>	<p style="text-align: center;"><u>NOSE LANDING GEAR</u></p> <p style="text-align: center;">Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p style="text-align: right;">32-20-00-201</p> <p>Rev 20 3 / 9</p>
--------------------------	---	--

F Filling a Shock Absorber

F.(1) Filling of liquid chamber **(Fig 1)**

- (a) Put a jack under the base of the shock strut as per WC **07-10-00-201**.
- (b) Deflate the shock strut VERY SLOWLY:
 - Remove the valve cap **(3)**.
 - Remove the stem **(1)** from the valve **(3)**.
 - Connect the knurled knob **(4)** of the filling device to the valve **(3)**.
 - Open the valve **(6)**.
 - Gently loosen the nut **(2)** of the valve cock by one to one-and-a-half turns max., to let the nitrogen pressure escape through the device bleed line.
 - Slowly compress the shock strut using the jack until the hydraulic fluid CM 151 drains away through the device bleed line.
 - Close the valve **(6)**.
 - Lower the jack.
- (c) Open the valve **(5)**:
- (d) Using the pump **(7)**, fill the shock strut until the shock strut is completely extended.
- (e) Close the valve **(5)**.
- (f) Open the ventilation valve **(6)**.
- (g) Put the assembly shim in position on the shock strut.
- (h) Compress the shock strut, using the jack, with the assembly shim as stop.
- (i) Torque the nut **(2)**.
- (j) Remove the assembly shim from the shock strut.
- (k) Remove the knurled knob **(4)** from the filling device.
- (l) Install the stem **(1)** of the valve **(3)**.
- (m) Remove the jack as per WC **07-10-00-201**.

TH06 56.181 e	<u>NOSE LANDING GEAR</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-20-00-201 Rev 20 4 / 9
------------------	---	--

G Inflating and Checking

G.(1) Inflating the shock absorber **(Fig 2) (Fig 4)**

Before inflating, ensure correct fluid level according to *paragraph F.(1) "Filling of liquid chamber (Fig 1)"* and make sure shock absorber is released.

- (a) Refer to the chart as per **Fig 4** and use:
 - 1 SCALE II: other regions.
- (b) Install the inflation device (lines bled):
 - 1 if applicable, remove the valve cap **(3) (Fig 2)**,
 - 2 connect the knurled knob **(14)** to the valve **(3)**.
- (c) Make sure that the valves **(10)** and **(11)** close.
- (d) Open the cock **(6)** of the dry nitrogen bottle **(5)** and the cock **(7)**.
- (e) Check the pressure of the dry nitrogen bottle on the pressure gauge **(8)**.
- (f) Tighten the cock **(4)** of the pressure reducing device to read the desired pressure on the pressure gauge **(9)**.
- (g) Loosen the nut **(2)** by one to one-and-a-half turns maximum.
- (h) Screw in the knurled knob **(13)** to release the valve stem **(3)**.
- (i) Bleed the line by opening and closing the valve **(11)**.
- (j) Slowly open the valve **(10)** to inflate the shock strut to the desired pressure, wait a few seconds for stabilization and check this pressure on pressure gauge **(12)**.
- (k) Loosen the knurled knob **(13)**.
- (l) Torque the nut **(2)** of the cock of the valve **(3)**.
- (m) Close the cock **(6)**.
- (n) Open the valves **(10)** and **(11)** to decrease the pressure in the lines.
- (o) Loosen the cock of the pressure reducing-valve **(4)** and close the cock of the pressure-reducing valve **(7)**.

TH06 56.181 e	<u>NOSE LANDING GEAR</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-20-00-201 Rev 20 5 / 9
------------------	---	--

(p) Remove the inflation device.

(q) Install the valve cap (3).

G.(2) Checking the pressure (Fig 2) (Fig 3) (Fig 4)

(a) Remove the cap from the valve (3) (Fig 2).

(b) Connect the checking device:

1 connect the assembly (8) (Fig 3) to the valve (6):

a screw the knurled knob (4) onto the valve (6).

2 Connect the pressure gauge (3) to the assembly (8):

a screw the knurled knob (2) onto the pressure gauge (3).

(c) Loosen the nut (7) by one to one-and-a-half turns maximum.

(d) Tighten the knurled knob (1) to depress the valve stem and check the pressure of the shock strut on the pressure gauge (3).

(e) Refer to the chart as per Fig 4 and use:

1 SCALE II: other regions.

(f) Where applicable, adjust the pressure (see paragraph G.(1) "Inflating the shock absorber (Fig 2) (Fig 4)").

(g) Loosen the knurled knob (1) (Fig 3).

(h) Torque the nut (7).

(i) Remove the assembly (8) from the valve (6).

(j) Install the valve cap (6).

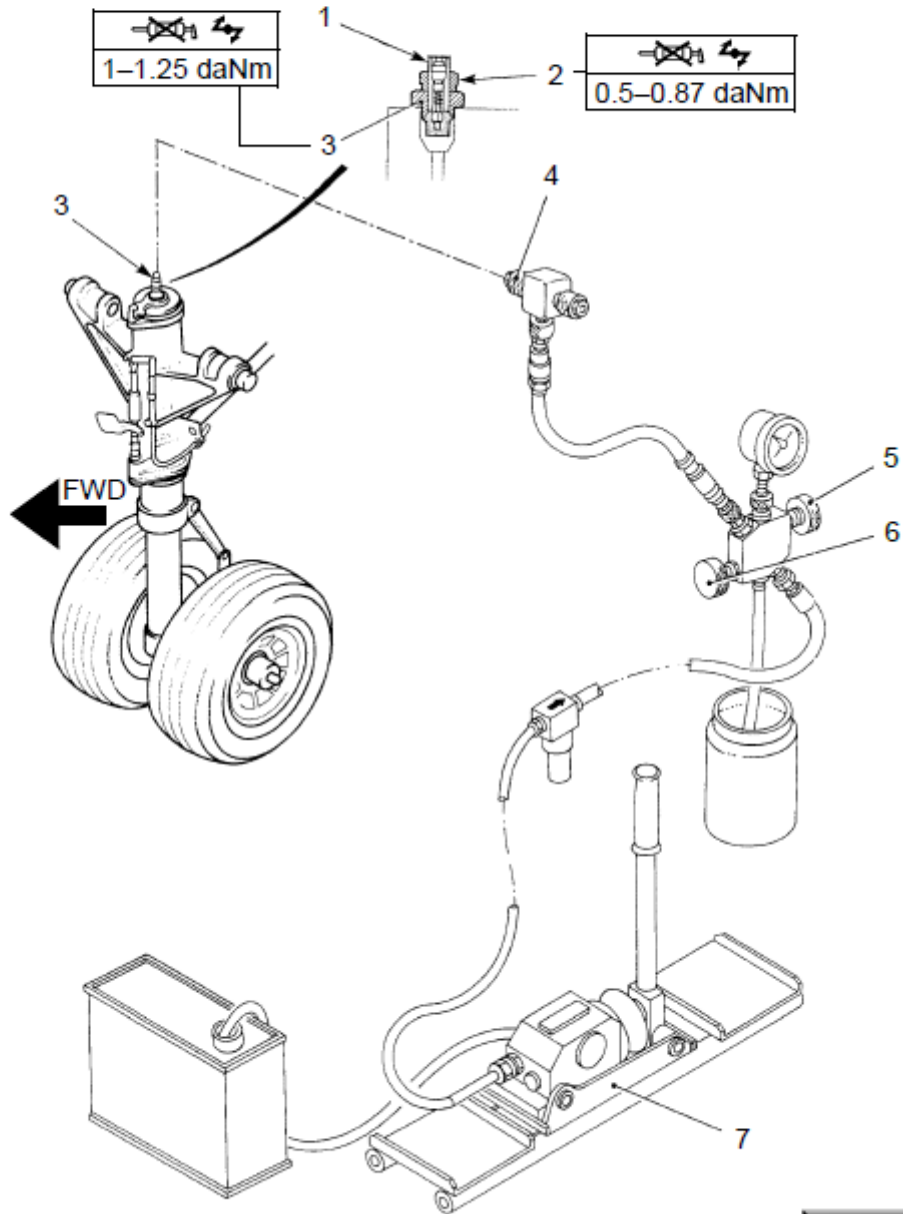
H Final Steps

(1) Perform a landing gear retraction - extension test as per WC 32-30-00-501 after filling or inflating the shock strut.

(2) Put the aircraft on wheels as per WC 07-10-00-201.

<p>TH06 56.181 e</p>	<p align="center"><u>NOSE LANDING GEAR</u></p> <p align="center">Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking</p>	<p align="center">32-20-00-201</p> <p align="center">Rev 20 6 / 9</p>
--------------------------	---	---

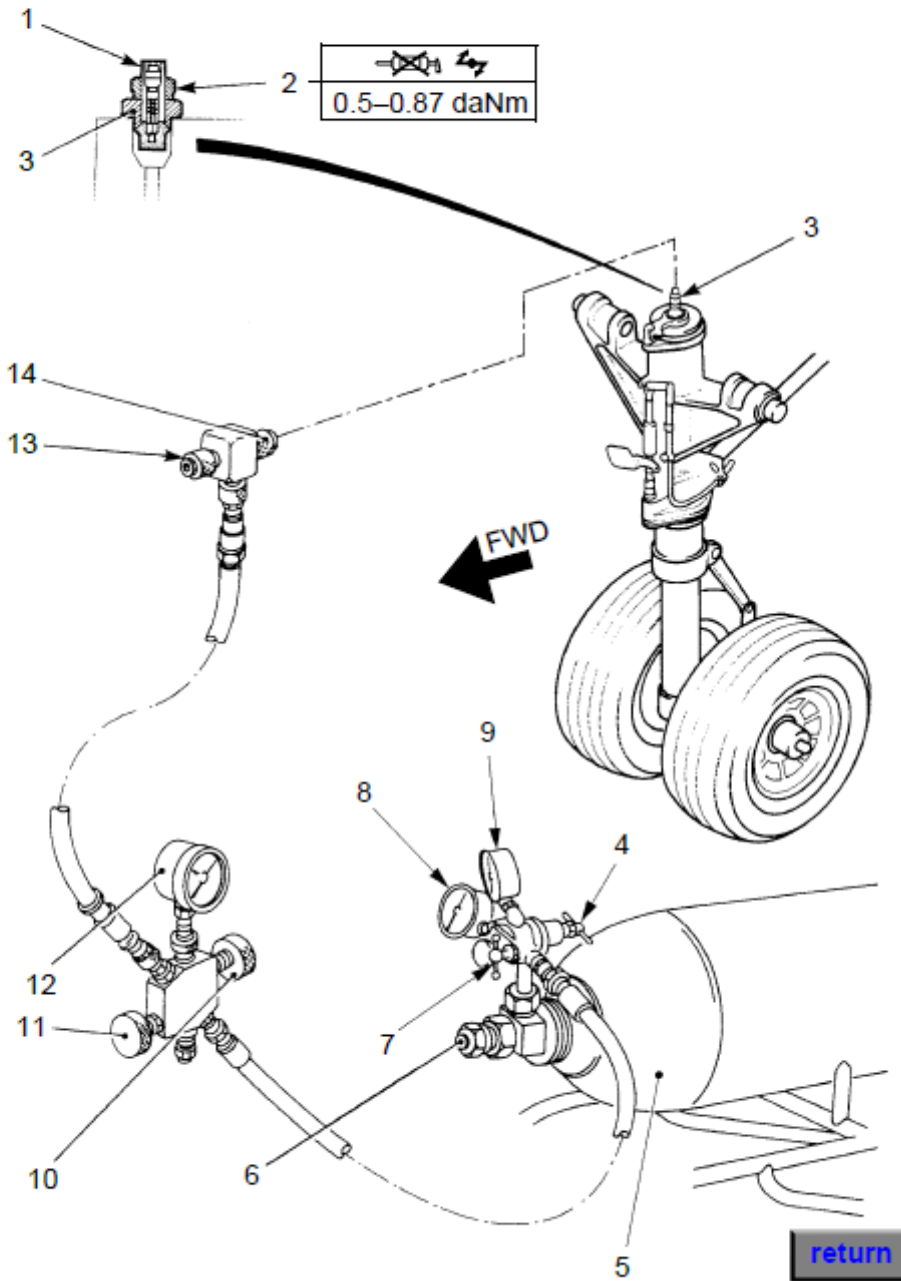
Fig 1



[return](#)

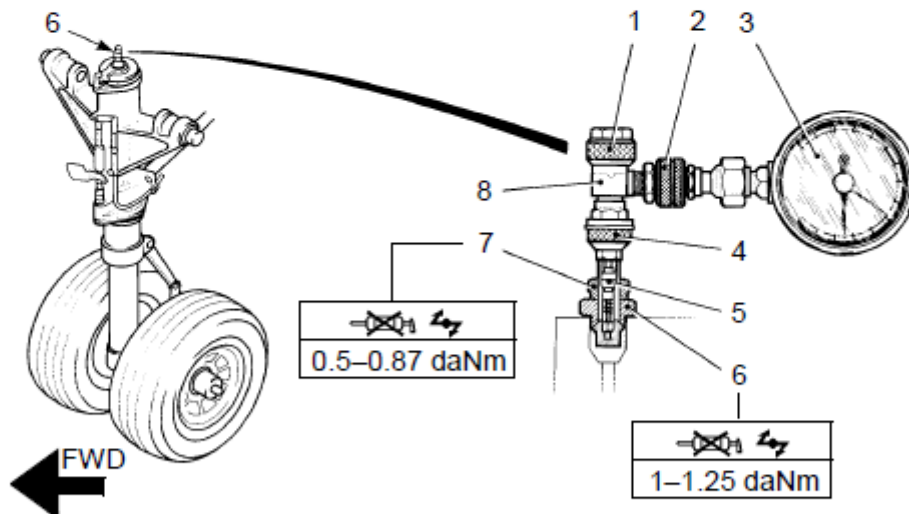
TH06 56.181 e	NOSE LANDING GEAR Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-20-00-201 Rev 20 7 / 9
------------------	---	--

Fig 2



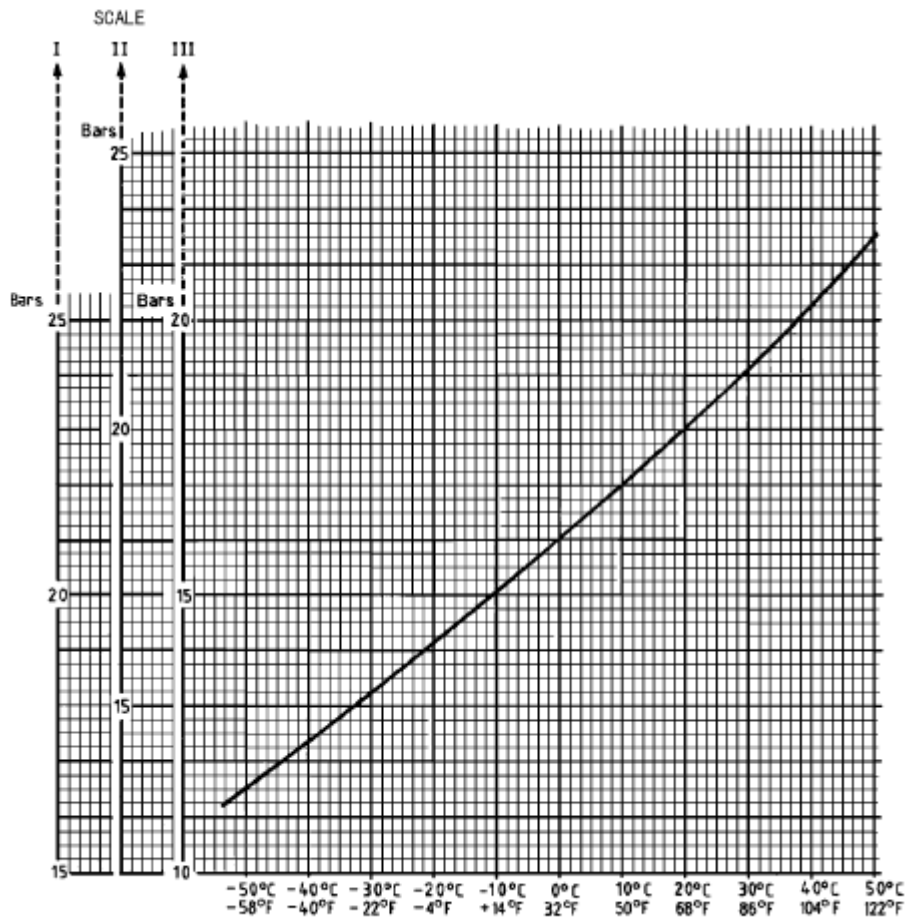
TH06 56.181 e	<p align="center"><u>NOSE LANDING GEAR</u></p> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	<p align="center">32-20-00-201</p> Rev 20 8 / 9
------------------	--	---

Fig 3



TH06 56.181 e	<u>NOSE LANDING GEAR</u> Shock Strut Actuator: Filling - Inflation - Checking	32-20-00-201 Rev 20 9 / 9
------------------	---	---

Fig 4



14.5.1.3 Hauptrotorkopf

TH06 56.181 e	<u>MAIN ROTOR HEAD/SHAFT ASSEMBLY</u>	62-35-00-502	
	MRH Prelubrication: Leak Test	Rev 21	1 / 5

SCV

A References

Standard Practices Manual, WCs:

- 20-01-01-301..... Greases
- 20-01-01-302..... Oils
- 20-02-05-404..... Joining by bolts and nuts
- 20-02-06-402..... Safeying with lockwire
- 20-02-07-401..... Bonding procedure

B Special Tools

- Tool kit, hydraulic system..... 332V000
- Engine cowling walkways..... 332A95-5810-02"
- Blanking plug, Ø 8 mm, MS 5404 commercial
- Blanking cap, Ø 8 mm, FT 5204 commercial
- Special blanking part..... commercial

C Consumable Materials

CM 116	Grease G-355	SAP No 2505.5957
CM 123	Oil O-155 (mineral oil)	SAP No 1117.0523
CM 132	Contact grease CHO-LUBE E117	SAP No 2556.9687
CM 208	White spirit, ALN-278-1083	SAP No 2114.9657
CM 514	Varnish VERNELEC 43022	SAP No 1155.9392
CM 776	Lockwire, Ø 0.8 mm, Z3CN18	SAP No 1161.3804

D Routine Replacement Parts

Fig.	Maintenance Manual		PartsCat Reference
	Item	Description	
Figure 1	(16), (4)	Seals	62-35-09-01
Figure 1	(17)	Seal	62-35-10-03
Figure 1	(19)	Seal	62-35-10-03

TH06 56.181 e	<u>MAIN ROTOR HEAD/SHAFT ASSEMBLY</u>	62-35-00-502
	MRH Prelubrication: Leak Test	Rev 21 2 / 5

E Preliminary Steps

- (1) Install access ladder and open:
 - (a) sliding cowling,
 - (b) engine cowlings (fit walkways).
- (2) Direct the sleeve to be lubricated, on aircraft's longitudinal axis, forward.
Place sleeves on their droop restrainers, - 6° retracted and ensure a 12° 30 incidence angle.
- (3) Prepare pre-lubricating device: suction tube (11) in a can containing 5 litres of oil CM 123 (12).

F MRH Sleeve Pre-Lubrication

- Disconnect bonding braid (15): nut (13), washer (14).
- Remove drain plugs:
 1. plug (3) complete with seal (4),
 2. plug magnetic (6) complete with seal (16),
- Connect adapter (A) in place of magnetic plug (6).
- Connect pre-lubricating device swivel union (10) to adapter (A).
- Pre-lubricate sleeve (5) using pump (F). When oil flows through plug (3) orifice free from air bubbles, fit plug (3) complete with new seal (4).
Torque and lock with lockwire CM 776.
- Install braid (15), ensuring electrical bonding in accordance with Standard Practices Manual: washer (14) and nut (13).
- Disconnect tube (2) from union (18) on tank (1).
- Blank off tank (1), union (18) using blanking cap FT 5204 (C).
- Continue pumping until oil flows through tube (2) free from air bubbles.
- (a) MRH sleeve pre-lubrication (de-iced blades)
 - 1 Remove magnetic plug (6) with seal (16).
 - 2 Disconnect tube (2) from union (18) on tank (1).

TH06 56.181 e	<u>MAIN ROTOR HEAD/SHAFT ASSEMBLY</u>	62-35-00-502
	MRH Prelubrication: Leak Test	Rev 21 3 / 5

- 3 Blank off tank (1) on union (18) with blanking cap FT 5204 (C).
- 4 Connect adapter (A) in place of magnetic plug (6).
- 5 Connect pre-lubricating device swivel union (10) to adapter (A).
- 6 Pre-lubricate sleeve (5) using pump (F) until oil flows through tube (2) free from air bubbles.

(b) MRH sleeve leak test

- 1 Blank off tube (2) using blanking plug MS 5404 (D).
- 2 Apply 5-bar pressure in pre-lubricating system for 3 minutes.
NO LEAKAGE IS ACCEPTABLE
- 3 Drop pressure to zero and check tightness in static condition.
- 4 Replace sleeve seals if necessary.
- 5 Disconnect pre-lubricating device and remove adapter (A). Quickly install drain magnetic plug (6) complete with new seal (16). Torque and lock with lockwire CM 776.

G Drag and Flapping Hinge Pre-Lubrication

- Remove drag hinge magnetic drain plug (9).
- Connect adapter (A).
- Remove filler neck (8) from oil tank (1).
- Connect pre-lubricating device swivel union (10) to adapter (A), and fill drag and flapping hinge until oil flows into oil tank (1) free from air bubbles, up to MIN. level.

(a) Drag and flapping hinge leak tests

- 1 Blank off oil tank filler orifice, using special blanking part (E).
- 2 Ensure a 5-bar pressure for 3 minutes.
NO LEAKAGE IS ACCEPTABLE
- 3 Drop pressure to zero and check tightness in static condition.
- 4 Remove special blanking part (E).
- 5 Fit filler neck (8) complete with new O-ring seal (19).

TH06 56.181 e	<u>MAIN ROTOR HEAD/SHAFT ASSEMBLY</u>	62-35-00-502
	MRH Prelubrication: Leak Test	Rev 21 4 / 5

H Final Steps

- (1) Remove adapter **(A)** and quickly fit drain magnetic plug **(9)** complete with new seal **(17)**.
- (2) Torque and lock with lockwire CM 776.
- (3) Remove blanking caps **(C)** and **(D)** from tank **(1)** line **(2)**.
- (4) Connect line **(2)** to tank.
- (5) Repeat pre-lubrication operations and leak test for each spindle/sleeve assy in drag/flapping hinge assy.
Bring blade sleeves in their NORMAL POSITION: droop restrainers -3° / incidence angle low pitch.
- (6) Ensure correct level in oil tank **(1)**.
- (7) Protect electrical bonding points in accordance with Standard Practices Manual.
- (8) Close:
 - (a) engine cowlings (remove walkways),
 - (b) sliding cowling.
- (9) Remove access equipment.

TH06 56.181 e	<u>MAIN ROTOR HEAD/SHAFT ASSEMBLY</u>	62-35-00-502
	MRH Prelubrication: Leak Test	Rev 21 5 / 5

Fig 1

