

TEKO Schweizerische Fachschule

Lasttraverse für LKW-Motoren

Projektleiter:

Colin Lustenberger

Eistrasse 6

6102 Malters

+41 79 519 63 61

colin.lustenberger@nufag-zentralschweiz.ch

KLASSE: L-TMA19 a

SEMESTER: 6

VERTIEFUNGSRICHTUNG: Maschinenbau

DIPLOMLEHRER: Rudolf Gautschi

EXPERTE: Arthur Baumann

DATUM: 06.10.2022

Management Summary

Vorwort

Die hier vorliegende Diplomarbeit dient zum Abschluss meiner Weiterbildung als Maschinenbau-Techniker an der TEKO Schweizerische Fachschule AG. Als Grundlage dient ein Problem aus meinem Arbeitsalltag. Die Idee ist, die Arbeit in unserer Nutzfahrzeug Werkstatt durch die Neuentwicklung eines Spezialwerkzeugs zu erleichtern. In dieser Arbeit steckt viel Herzblut, weil es darum geht, ein reales Problem mit eigenen Ideen und dem in der Weiterbildung erworbenen Wissen zu lösen.

Ausgangslage

Die Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz ist spezialisiert auf die Marken MAN und Nissan. Die Hauptaufgabengebiete sind der Vertrieb und die Reparatur von Nutzfahrzeugen.

Da die Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz bestrebt ist mit modernster Infrastruktur zu arbeiten, wird ständig nach optimiertem Werkzeug gesucht.

Momentan besteht das Problem, dass die Motoren von LKWs nur mühsam aus- und wieder eingebaut werden können. Die angelieferten Motoren werden nämlich in waagerechter Position geliefert, müssen jedoch geneigt eingebaut werden. Die Motoren müssen mit Hilfe des Portalkrans angehoben und in der Luft nach hinten geneigt werden.



Abbildung 1: Motor auf Liefergestell

Zielsetzung

Für den Ein- und Ausbau von LKW-Motoren wird ein Hilfsmittel benötigt.

Mein Auftrag ist es, ein Lösungskonzept zu erstellen, welches den Ein- und Ausbau der Motoren erleichtert und die Arbeit sicherer macht.

Kernprobleme/Anforderungsliste

Das Spezialwerkzeug muss folgendes erfüllen:

- kompatibel für Motorbaureihen: D0834, D0836, D2066 und D2676
- Mindesttraglast 1500 kg
- Neigung unter Last verstellen können
- geringes Gewicht

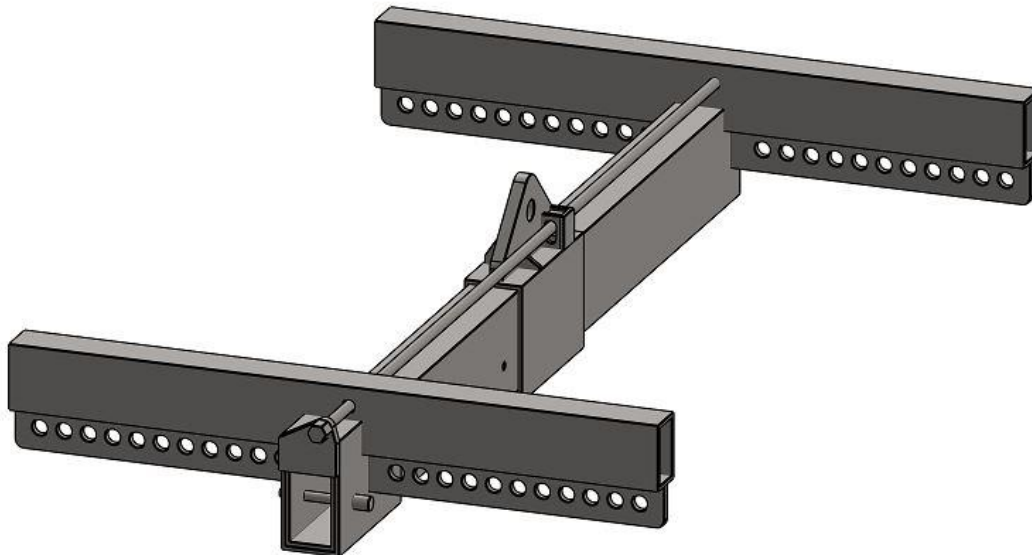


Abbildung 2: Fertige Lasttraverse

Lösung und Ergebnisse

Durch die Neukonstruktion einer Lasttraverse wurde die Kompatibilität zu den verschiedenen Motorbaureihen erfüllt. Mittels Laserteilen und vorhandenen Standardbauteilen konnte eine funktionierende und kostengünstige Lösung entwickelt werden. Unter Berücksichtigung der EN-Normen wurde nach den heutigen Standards entwickelt und entworfen.

Die Konstruktion besteht aus hauptsächlich drei Vierkantrohren. Diese Rohre bilden die Traverse. Das eine Querrohr der Traverse kann verschoben werden. Somit wird die Länge den Motoren angepasst. Um die Neigung zu verstellen, kann die Kranlasche mithilfe einer Gewindespindel verstellt werden. Um die Breite je nach Motortyp anzupassen, kann das Anschlagmittel an verschiedenen Punkten an den Quertraversen fixiert werden.

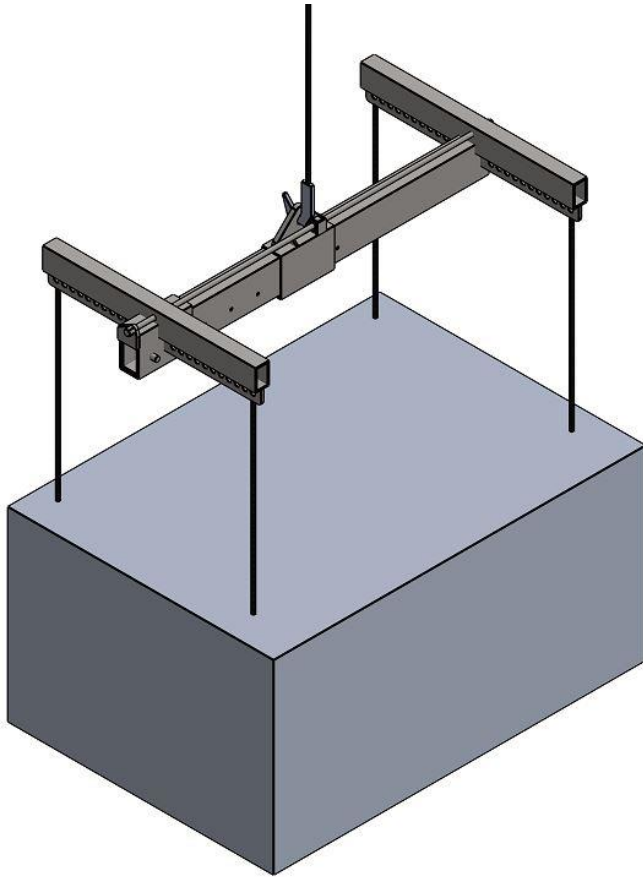


Abbildung 3: 3D-Modell der Traverse (Block stellt Motor dar)

Schlussfolgerung

Mit der Eigenkonstruktion konnte eine passende Lösung für das Problem gefunden werden. Sie löst alle oben aufgelisteten Kernprobleme, erfüllt alle Punkte des Pflichtenhefts und stellt deren Funktion sicher.

Die Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz ist mit dieser Lösung zufrieden und plant bereits die Umsetzung.

Methodik

Um das Endprodukt zu erarbeiten, wurde nach dem Konstruktionsprozess vorgegangen (VDI-Richtlinie 2221 und 2222). Die Übersicht dazu ist im Anhang zu finden.

Inhaltsverzeichnis

1	Beruflicher Lebenslauf	1
2	Ausgangslage	2
2.1	Thema	2
2.1.1	Projektkürzel.....	2
2.1.2	Meilensteine	2
3	Planen und Klären	3
3.1	Projektplan	3
3.2	Aufgabenstellung.....	4
3.3	Kernprobleme	4
3.4	Aufgabenabgrenzung	4
3.5	Abstraktion	4
3.6	Technische Ziele	4
4	Infosammlung	5
4.1	Gegebenheiten Motor	5
4.2	Gegebenheiten Austauschmotor.....	6
4.3	Gegebenheiten Portalkran	6
4.4	Gesetzliche Grundlagen	6
4.5	Definition Traverse.....	7
4.6	Vergleichbare Systeme.....	7
4.7	Anforderungsliste.....	8
4.8	Freigabe der Anforderungsliste.....	9
5	Konzipieren.....	10
5.1	Black Box	10
5.2	Prinzip Skizze / Grobkonzept.....	11
5.3	Funktionsstruktur	12
5.4	Beschreibung der Gesamtfunktion.....	13
5.4.1	Input	13

5.4.2	Output.....	13
5.4.3	Wirkungen von aussen	13
5.4.4	Wirkungen nach aussen	13
5.5	Auflistung der Teilfunktionen.....	14
5.6	Morphologischer Kasten	15
5.7	Bewertung der Teilfunktionen	18
5.8	Bewertung der Lösungsvarianten	20
5.9	Lösungskonzepte	21
5.9.1	Lösungsvariante A (grün)	21
5.9.2	Lösungsvariante B (gelb).....	22
5.9.3	Lösungsvariante C (orange)	22
5.10	Entscheidung.....	23
5.11	Kalkulation	23
6	Entwerfen	24
6.1	Vordimensionieren.....	24
6.1.1	Werkstoff	24
6.1.2	Haupttraverse	25
6.1.3	Seitenarme	26
6.1.4	Schiebestück Kranlasche.....	27
6.1.5	Kranlasche	29
6.1.6	Lochblech an Seitenarm	30
6.1.7	Sicherungsbolzen Schiebestück Seitenarm	31
6.1.8	Gewindestange.....	33
6.2	Teile erstellen	34
6.2.1	Haupttraverse	34
6.2.2	Seitenarme	34
6.2.3	Gewindestange.....	35
6.2.4	Kranlasche mit Schiebestück.....	36
6.2.5	Schiebestück mit Sicherungsbolzen	37
6.3	Baugruppe.....	38

6.3.1	Lasttraverse für LKW-Motoren	38
6.3.2	Schäkel.....	39
6.4	Motor Befestigungsmöglichkeiten	39
6.5	Neigung	40
6.6	Korrosionsschutz	40
7	Materialliste	41
8	Selbständigkeitserklärung.....	42
9	Reflektion.....	43
10	Danksagung	44
11	Verzeichnisse.....	45
12	Anhang.....	48

1 Beruflicher Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Lustenberger
Vorname	Colin
Adresse	Eistrasse 6, 6102 Malters
Geburtsdatum	03.02.1993
E-Mail	colin.lustenberger@nufag-zentralschweiz.ch
Telefon	+41 79 519 63 61

Ausbildung

2009 – 2013	Mercedes-Benz Automobil AG Zweigniederlassung Luzern Automobil Mechatroniker NF EFZ
-------------	--

Werdegang

2013 – 2016	Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz Mechaniker LKW, Bus, Transporter
-------------	--

2016 – 2018	Brühlmann Transport AG Betriebsmechaniker
-------------	--

2018 – heute	Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz Mechaniker LKW, Bus, Transporter seit 2020 Werkstattleiter
--------------	---

Weiterbildungen

2016	Fähigkeitsausweis Gütertransport
------	----------------------------------

2016	Fachspezifische Ausbildung Tiertransport
------	--

2019 – heute	TEKO Schweizerische Fachschule AG Maschinenbau Techniker HF
--------------	--

2 Ausgangslage

2.1 Thema

Für die Werkstatt der Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz wird eine Motorhebevorrichtung benötigt. Da die Vorrichtung an einen Portalkran gehängt wird, untersteht sie Vorschriften gemäss EN-Norm.

Die Vorrichtung muss mit verschiedenen Motorbaureihen kompatibel sein. Zudem muss die Öse der Vorrichtung an den bereits vorhandenen Portalkran passen.

Die angelieferten Motoren müssen von einem Motorbock (Abbildung 1) abgehoben und in der richtigen Neigung im Fahrzeug eingebaut werden können. Diese Neigung variiert zwischen den einzelnen LKW-Typen und muss daher flexibel einstellbar sein.

2.1.1 Projektkürzel

Das Kürzel für die Diplomarbeit lautet: Lasttraverse für LKW-Motoren

2.1.2 Meilensteine

- Themeneingabe: 07. Juni 2022
- Projektstart: 16. August 2022
- Pflichtenheft Freigabe: 26. August 2022
- Erste Besprechung: 14. September 2022
- Abgabe Projekt: 10. Oktober 2022
- Präsentation: 28. Oktober 2022

- **Wichtig:** Das Projekt wird in der Projektplanung in weitere Terminabschnitte unterteilt.

3.2 Aufgabenstellung

Es gilt, eine LKW-Motorhebevorrichtung zu entwickeln, welche in der Werkstatt der Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz eingesetzt werden kann. Sie soll nach einer Anforderungsliste konstruiert werden, welche zusammen mit dem Auftraggeber erarbeitet wird.

3.3 Kernprobleme

Die Austauschmotoren für die LKWs befinden sich bei der Lieferung auf einem Gestell. Diese Motoren müssen in die Fahrzeuge gehoben werden und dabei muss es möglich sein, die Neigung flexibel anzupassen. Je nach Motor-, Chassis- und Antriebskonfiguration des LKWs ist die Einbauneigung des Motors unterschiedlich.

Die Aufnahmepunkte an den Motoren sind vorhanden. Bei den verschiedenen Motorbaureihen sind diese jedoch unterschiedlich angeordnet.

3.4 Aufgabenabgrenzung

Es soll eine komplette Lösung für eine Motorhebevorrichtung gefunden werden. Dies beinhaltet die konstruktive Arbeit inklusive Berechnungen.

Die Herstellung der Vorrichtung wird extern vergeben und ist somit kein Bestandteil der Diplomarbeit.

3.5 Abstraktion

Die Abstraktion dient zur Ideenfindung. Das benötigte System wird verallgemeinert, um nicht an der ersten Idee festzuhalten. Mit dieser Abstraktion wird später im Morphologischen Kasten nach Lösungsvarianten gesucht.

Konkret geht es um ein System, welches es ermöglichen soll, LKW-Motoren anzuheben. Es soll für verschiedene Motorbaureihen kompatibel sein. Zudem soll es eine Mindesttraglast von 1500 kg aufweisen und selber nur geringes Gewicht aufweisen. Weiter soll die Neigung unter Last verstellt werden können.

3.6 Technische Ziele

- Motoren der Baureihen D0834, D0836, D2066 und D2676 müssen angehängt werden können
- Die Traglast soll mindestens 1500 kg betragen
- Die Neigung muss unter Last um mindestens 8° verstellbar sein.
- Die Vorrichtung muss am Portalkran angehängt werden können.
- Die Vorrichtung muss ergonomisch zu bedienen sein.

4 Infosammlung

Bevor die einzelnen Teilaufgaben aufgeteilt werden, muss die Problemstellung genau erläutert sein. In diesem Kapitel werden alle Informationen zusammengetragen, damit die bestmögliche Lösung realisiert werden kann.

4.1 Gegebenheiten Motor

Die Anschlagpunkte an den Motoren sind gegeben. Die Neigung, die verstellt werden muss, ist unterschiedlich und beträgt ca. 2° bis 4°. Die Einbaulage und -höhe des Motors kann je nach Fahrzeugkonfiguration variieren.

Das Gewicht der Motortypen kann variieren. Unten aufgelistet sind die schwersten Motore der Baureihen mit Anbauteilen, welche erst nach dem Ausbauen entfernt werden.

Motorbaureihe	Gewicht Motor inkl. Öl	Gewicht Kupplung	Gewicht PriTarder	Gesamtgewicht
D0834	530 kg	22 kg	nicht erhältlich	552 kg
D0836	711 kg	24 kg	nicht erhältlich	735 kg
D2066	1131 kg	38 kg	32 kg	1201 kg
D2676	1156 kg	38 kg	32 kg	1226 kg

Tabelle 2: Gewicht der Motoren

Die Anschlagpunkte sind fix an den Motoren verbaut. Jedoch variiert die Position und die Anzahl zwischen den einzelnen Motortypen. Unten ist aufgelistet, wo sich die Anschlagpunkte an den Motoren befinden.

Motorbaureihe	Anschlagpunkte vorne	Anschlagpunkte hinten	Distanz längs	Distanz quer
D0834	2 Stk.	2 Stk.	825 mm	600 mm
D0836	2 Stk.	2 Stk.	650 mm	550 mm
D2066	1 Stk. in der Mitte	2 Stk.	1050 mm	700 mm
D2676	1 Stk. in der Mitte	2 Stk.	1100 mm	700 mm

Tabelle 3: Anschlagpunkte der Motoren

Leider ist der Schwerpunkt der Motoren nicht bekannt. Daher ist es zwingend, dass die Traverse in der Neigung variabel verstellbar ist.

4.2 Gegebenheiten Austauschmotor

Die Austauschmotoren werden auf Paletten angeliefert und sind baugleich mit den Motoren, die aus dem Fahrzeug ausgebaut werden. Vor dem Einbau wird der Austauschmotor umgebaut, da nicht alle Anbauteile im Lieferumfang enthalten sind. Die umzubauenden Anbauteile entfernt man vom alten Motor.

4.3 Gegebenheiten Portalkran

Die Flasche ist fest am Portalkran verbaut und kann daher nicht ausgetauscht werden. Der Haken befindet sich an der Flasche. Dieser ist gelagert, damit er sich drehen kann. Es befindet sich eine Ausklink-Sicherung am Haken. Die Traglast des Krans beträgt 5 Tonnen.

4.4 Gesetzliche Grundlagen

Da die Lasttraverse ausschliesslich für den Eigenbedarf konzipiert wird, müssen keine gesetzlichen Prüfungen durchgeführt werden.

Um die Sicherheit zu gewährleisten, wird die Traverse nach den Vorgaben der Europäischen Norm *EN 13155 Krane – Sicherheit – Lose Lastaufnahmemittel* konzipiert. In dieser Norm werden Traversen für bis zu 16000 Lastwechsel behandelt.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- maximal 16000 Lastwechsel
- eine zweifache statische Sicherheit im elastischen Bereich (ohne bleibende Verformung)
- bewegliche Teile müssen durch unbeabsichtigtes Lösen gesichert sein
- die vorgesehene Neigung muss bis zu 6° über dem zulässigen maximalen Neigungswinkel überschritten werden können. Dabei darf die Reibung berücksichtigt werden.
- ein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist nicht erforderlich
- eine Einzelprüfung ist nicht erforderlich
- die Traverse muss stabil hängen

Von der schweizerischen Unfallversicherung gibt es keine Vorschriften für die Konstruktion von Lastaufnahmemittel. Es werden ausschliesslich die Handhabung im Betrieb und die technischen Sicherheitsprüfungen vorgeschrieben.

4.5 Definition Traverse

Gemäss Norm *EN 13155 Krane – Sicherheit – Lose Lastaufnahmemittel*:

Lastaufnahmemittel, das aus einem oder mehreren druck- und/oder biegebeanspruchten Bauteilen besteht und mit Anschlagpunkten ausgerüstet ist, um die Handhabung von Lasten, die an mehreren Punkten aufgehängt werden, zu ermöglichen; hierzu gehören auch Wendetraversen.

4.6 Vergleichbare Systeme

Im freien Handel sind keine passenden Vorrichtungen erhältlich. Entweder ist die Traglast zu gering oder sie sind nicht unter Last verstellbar.



Abbildung 4: Motorheber Herkules 680 kg www.amazon.de

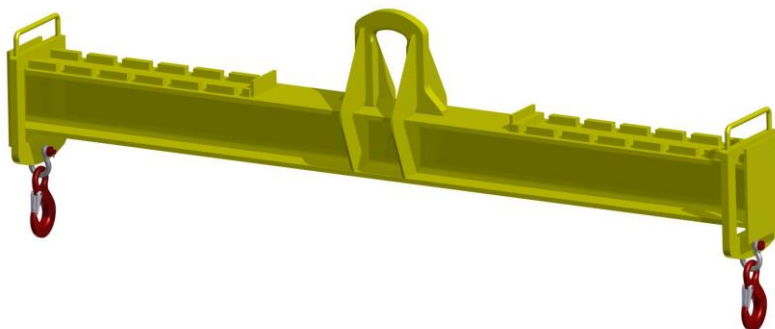


Abbildung 5: Lasttraverse verstellbar von Hebetech AG

4.7 Anforderungsliste

Änderungen DATUM	Anforderungen	F	M	W	Verantwortlich (Quelle)
22.08.22	Kompatibel mit den Motorreihen: D0834, D0836, D2066 und D2676		M		Projektleiter Quelle: MAN
22.08.22	Min. Traglast 1500kg	F			Projektleiter
22.08.22	Neigung verstellbar um min. 8°	F			Projektleiter
22.08.22	Hebepunkt kompatibel mit Portalkran	F			Projektleiter
22.08.22	Ergonomische Bedienbarkeit			W	Projektleiter
22.08.22	Gut verstaubar			W	Projektleiter
22.08.22	Max. Kosten 8000.- SFr.		M		Projektleiter

Tabelle 4: Anforderungsliste

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

4.8 Freigabe der Anforderungsliste

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

Auftraggeber:

Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz
Geschäftsleitung

Hans Peter Geser



Emmen, 26.08.2022

Auftragnehmer:

Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz
Projektleiter

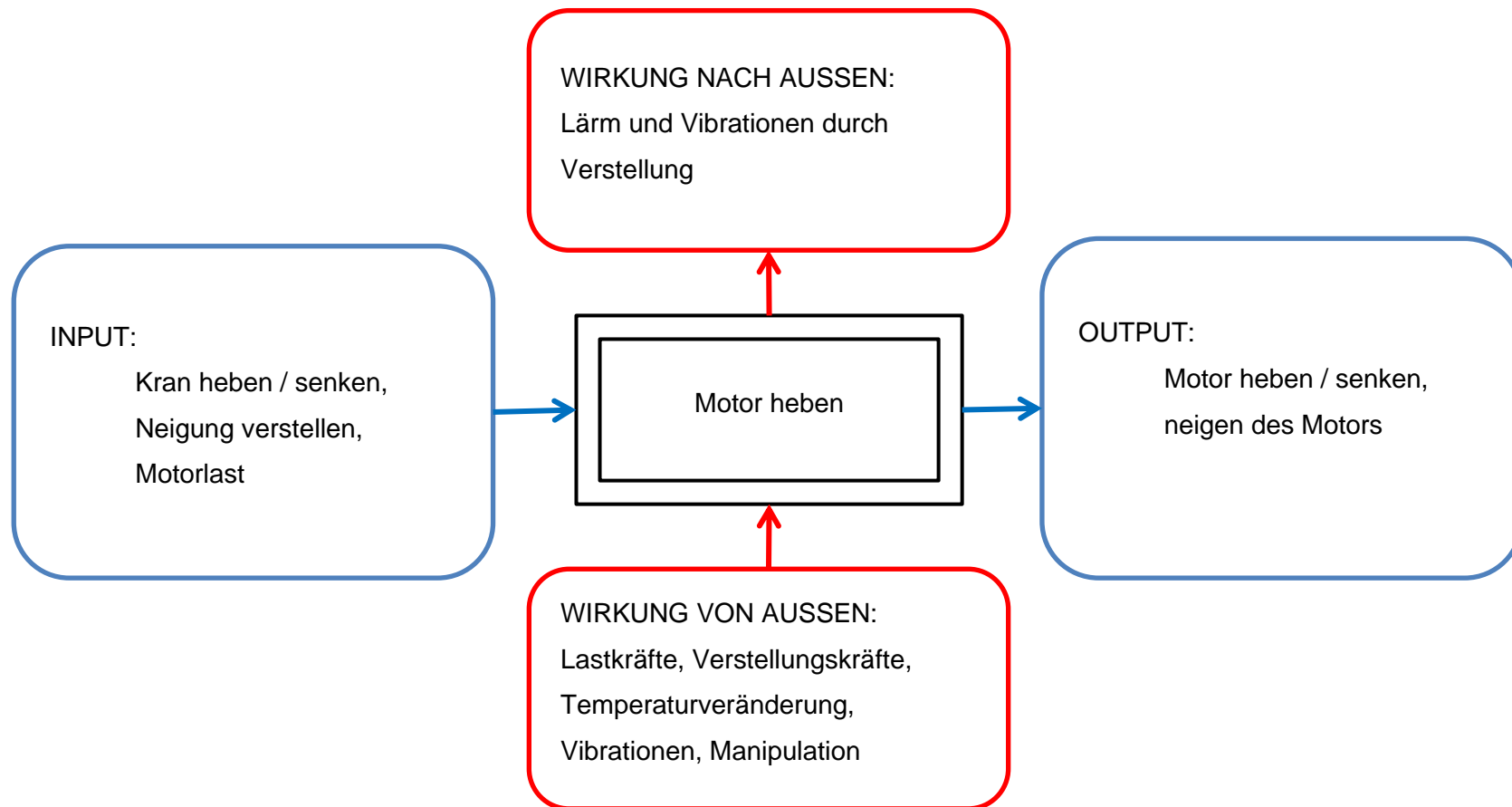
Colin Lustenberger



Emmen, 26.08.2022

5 Konzipieren

5.1 Black Box



5.2 Prinzip Skizze / Grobkonzept

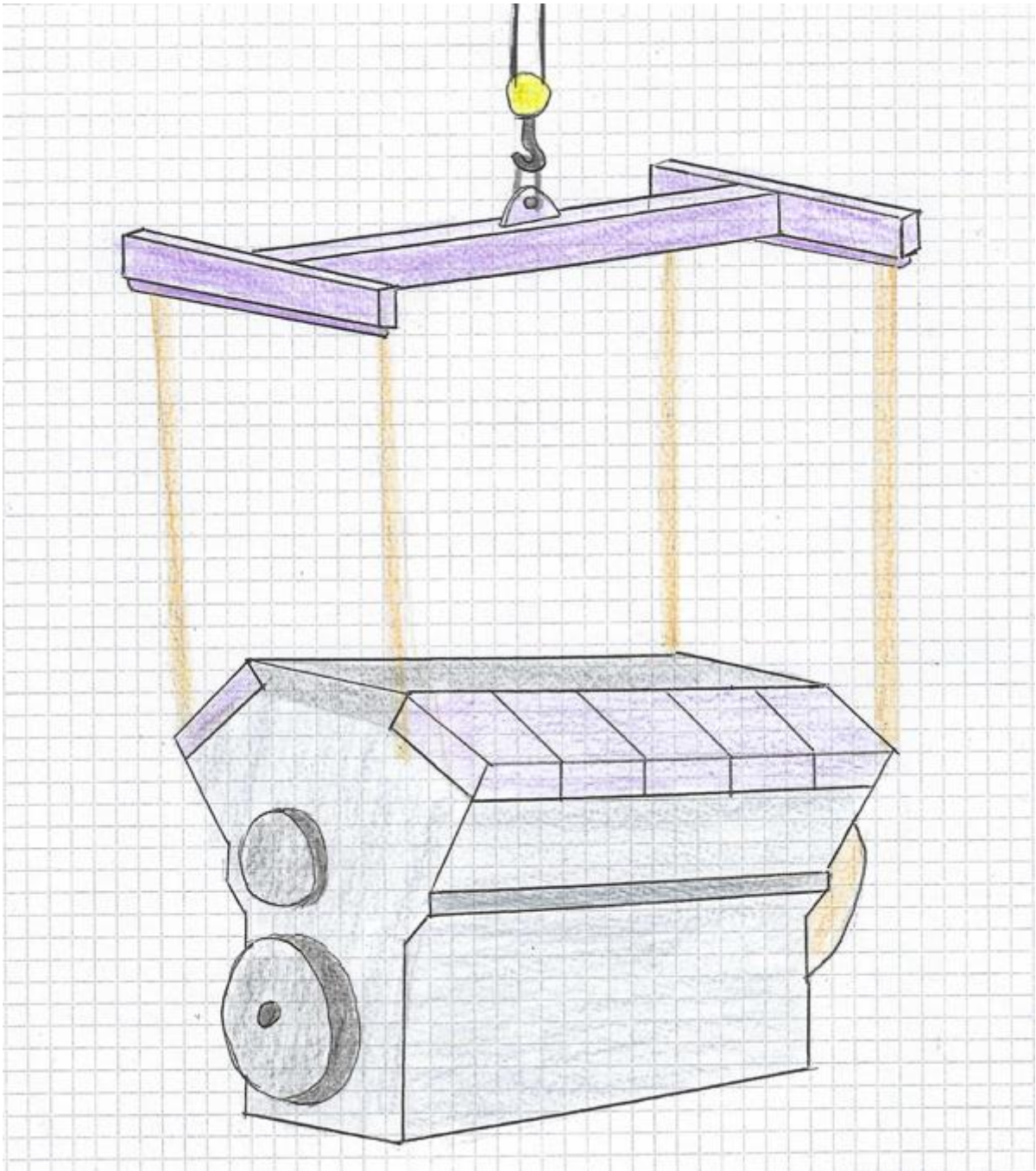
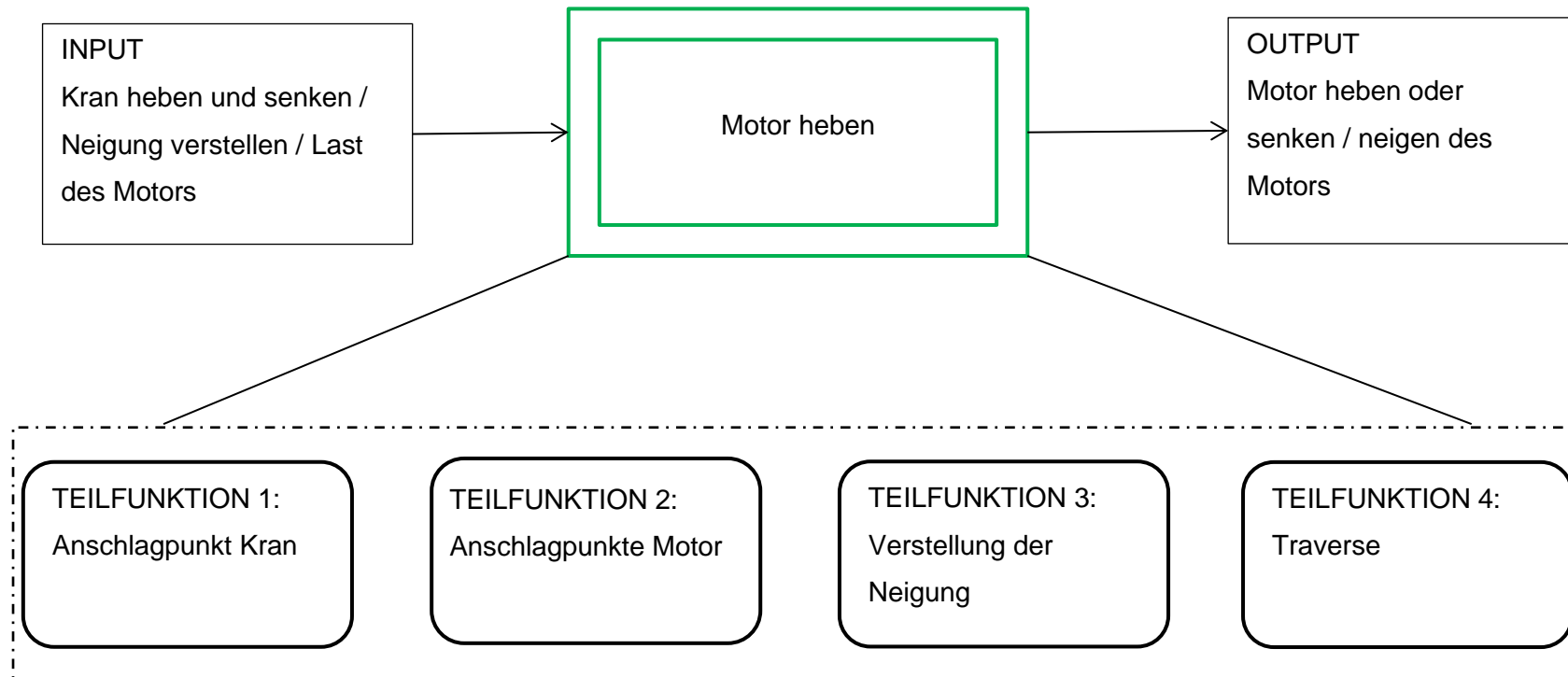


Abbildung 6: Prinzip Skizze Grobkonzept

5.3 Funktionsstruktur



5.4 Beschreibung der Gesamtfunktion

Um LKW-Motoren auszubauen, wird eine Traverse benötigt. Die Traverse hat die Hauptfunktion, den LKW-Motor mit Hilfe des Portalkrans anzuheben. Um die Neigung einzustellen, muss die Konstruktion verstellbar sein.

5.4.1 Input

Um den Motor anzuheben, wird die Kraft des Krans benötigt. Diese Kraft kommt aus elektrischer Energie. Die Kraft des Krans und das Gewicht des Motors wirken auf die Traverse ein.

Um die Neigung zu verstellen, wird mechanische Energie benötigt. Diese Energie kommt entweder aus Handkraft oder einer elektrischen oder pneumatischen Quelle wie z.B. einem Schlagschrauber.

5.4.2 Output

Der Motor wird gehoben und die Neigung wird verstellt. Dabei entstehen Reibungsverluste am Kran und dem Verstellmechanismus. Durch den Reibungsverlust kann sich Abwärme an der Traverse bilden.

5.4.3 Wirkungen von aussen

Feuchtigkeit kann auf alle Komponenten wirken. Dies kann zu Korrosion führen. Zudem ist das System während des Betriebs Vibrationen ausgesetzt. Diese Vibrationen können sich negativ auf die Traverse auswirken, da unberechenbare Kräfte auf die Konstruktion einwirken. Ausserdem ist ungewollte Manipulation der Traverse möglich.

5.4.4 Wirkungen nach aussen

Der Motor wird mit dem Haken des Krans verbunden und somit angehoben. Im angehobenen Zustand kann man von Hand die Neigung des Motors ändern. Im Betrieb können Geräuschemissionen entstehen.

5.5 Auflistung der Teilfunktionen

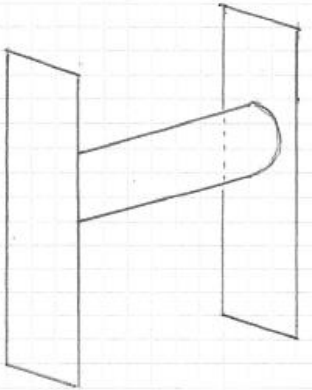
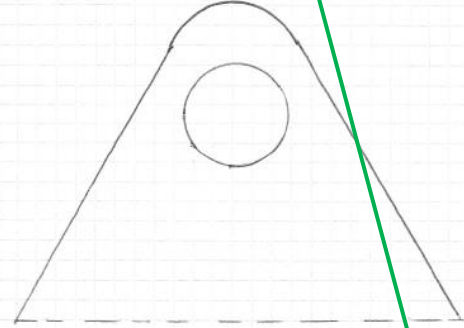
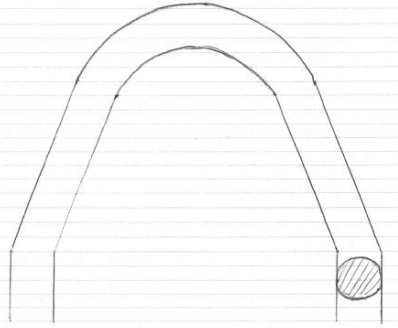
Hier werden die einzelnen Teilfunktionen aufgelistet. Unter Bemerkungen ist aufgelistet, was bei der Planung zu beachten ist.

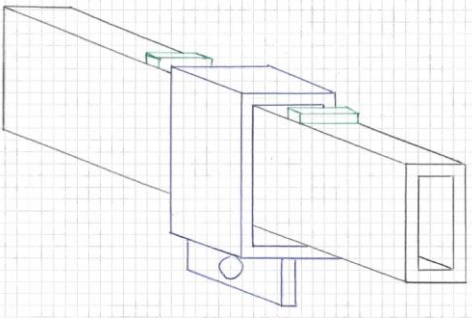
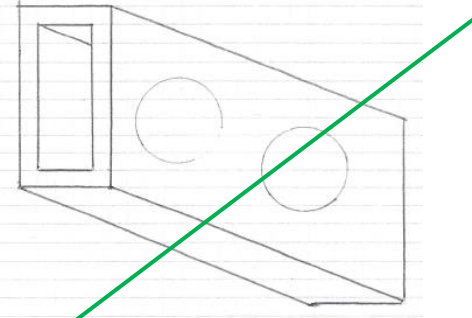
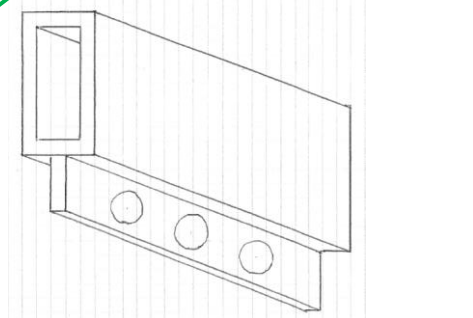
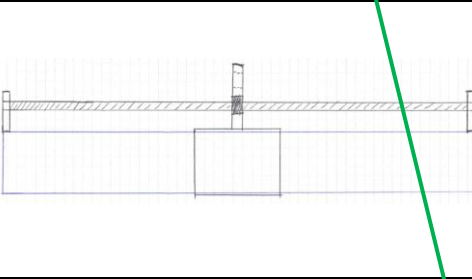
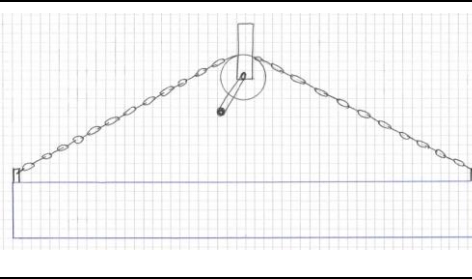
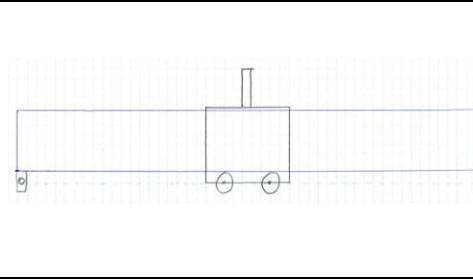
Teilfunktion:	Bezeichnung:	Bemerkung:
1	Anschlagpunkt Kran	Traglast beachten, kompatibel zur Flasche
2	Anschlagpunkte Motor	Unterschiedliche Position je nach Motorbaureihe
3	Verstellung der Neigung	Genügend Verstellmöglichkeit
4	Traverse	Traglast beachten, kompatibel mit Motoren

Tabelle 5: Auflistung der Teilfunktionen

5.6 Morphologischer Kasten

Der Morphologische Kasten dient zur Findung und Bewertung von Ideen. Mit Hilfe dieser Entscheidungsmatrix werden die einzelnen Varianten der Teilfunktionen bewertet und zusammengeführt. Im Kapitel 5.9 Lösungskonzepte werden die einzelnen Varianten genauer beschrieben.

Teilfunktion 1 (Anschlagpunkt Kran)			
Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Pkt. Max. 14	Pkt. Max. 19	Pkt. Max. 16	Pkt. Max.
			
Achse für direktes Einhängen des Krans	Lasche für Befestigung eines Schäkels	Haken für direktes Einhängen des Krans	

Teilfunktion 2 (Anschlagpunkte Motor an Seitenarm)			
Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
Pkt. Max. 23	Pkt. Max. 29	Pkt. Max. 33	Pkt. Max.
			
Verschiebbarer Aufnahmepunkt	Befestigungslöcher an der Traverse	Lasche mit Befestigungslöcher an Traverse befestigt	
Teilfunktion 3 (Verstellung der Neigung)			
Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
Pkt. Max. 40	Pkt. Max. 18	Pkt. Max. 32	Pkt. Max.
			
Gewindespindel zur Verschiebung der Kranlasche	Verstellbare Kette	Kette zum Verschieben der Kranlasche	

Konzipieren



Teilfunktion 4 (Traverse)			
Variante 4.1	Variante 4.2	Variante 4.3	Variante 4.4
Pkt. Max. 17	Pkt. Max. 20	Pkt. Max. 13	Pkt. Max.
Zwei längs verstellbare Seitenarme	Ein längs verstellbarer Seitenarm	Fixe quadratische Traverse	

Tabelle 6: Morphologischer Kasten

5.7 Bewertung der Teilfunktionen

Die Bewertung erfolgt durch den Auftraggeber und den Projektleiter. Die Punkte werden nach Tauglichkeit für den Einsatz in der Werkstatt vergeben. Dabei wird die Arbeitssicherheit, die Bedienbarkeit und die Kompatibilität berücksichtigt.

Die vergebenen Punkte werden mit dem Gewichtungsfaktor multipliziert. Diese errechneten Punkte werden zusammengezählt und ergeben die Gesamtpunktzahl. Diese wird im Kapitel 5.8 Bewertung der Lösungsvarianten benötigt.

Teilfunktion 1		Bewertung der Varianten							
Anschlagpunkt Kran		V 1.1		V 1.2		V 1.3		V 1.4	
	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Preis	1	2	2	3	3	2	2		
Max. Traggewicht	2	4	8	4	8	4	8		
Kompatibel	2	2	4	4	8	3	6		
Summe			14		19		16		
GW = Gewichtungsfaktor / V = Variante / Pkt. = Punkte / GP = Gewichtungsfaktor x Punkte Punktwertskala: 4 = sehr gut / 3 = gut / 2 = ausreichend / 1 = gerade noch tragbar / 0 = unbrauchbar									

Tabelle 7: Teilfunktion Anschlagpunkt Kran

Teilfunktion 2		Bewertung der Varianten							
Anschlagpunkt Motor		V 2.1		V 2.2		V 3.3		V 2.4	
	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Preis	1	1	1	3	3	3	3		
Max. Traggewicht	2	4	8	4	8	4	8		
Kompatibel	2	2	4	2	4	4	8		
Bedienbarkeit	2	4	8	3	6	3	6		
Sicherheit	2	1	2	4	8	4	8		
Summe			23		29		33		
GW = Gewichtungsfaktor / V = Variante / Pkt. = Punkte / GP = Gewichtungsfaktor x Punkte Punktwertskala: 4 = sehr gut / 3 = gut / 2 = ausreichend / 1 = gerade noch tragbar / 0 = unbrauchbar									

Tabelle 8: Teilfunktion Anschlagpunkt Motor

Teilfunktion 3		Bewertung der Varianten							
Verstellung der Neigung		V 3.1		V 3.2		V 3.3		V 3.4	
	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Preis	1	4	4	1	1	3	3		
Verstellkraft	2	4	8	2	4	3	6		
Verstellweg	2	4	8	1	2	4	8		
Bedienbarkeit	2	4	8	3	6	3	6		
Sicherheit	2	4	8	2	4	3	6		
Wartung	1	4	4	1	1	3	3		
Summe			40		18		32		

GW = Gewichtungsfaktor / **V** = Variante / **Pkt.** = Punkte / **GP** = Gewichtungsfaktor x Punkte
Punktwertskala: 4 = sehr gut / 3 = gut / 2 = ausreichend / 1 = gerade noch tragbar /
 0 = unbrauchbar

Tabelle 9: Teilfunktion Verstellung der Neigung

Teilfunktion 4		Bewertung der Varianten							
Traverse		V 4.1		V 4.2		V 4.3		V 4.4	
	GW	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP	Pkt.	GP
Preis	1	3	3	4	4	4	4		
Verstell- möglichkeit	2	4	8	4	8	2	4		
Bedienbarkeit	2	3	6	4	8	3	6		
Summe			17		20		14		

GW = Gewichtungsfaktor / **V** = Variante / **Pkt.** = Punkte / **GP** = Gewichtungsfaktor x Punkte
Punktwertskala: 4 = sehr gut / 3 = gut / 2 = ausreichend / 1 = gerade noch tragbar /
 0 = unbrauchbar

Tabelle 10: Teilfunktion Traverse

5.8 Bewertung der Lösungsvarianten

Die bewerteten Teilfunktionsvarianten werden zu einer Gesamtfunktion zusammengesetzt. Die einzelnen varianten der Teilfunktionen mit der höchsten Punktzahl werden in Variante A (grün) zusammengefasst. In Variante B (gelb) sind die Teilfunktionsvarianten mit der zweithöchsten Punktzahl zusammengetragen. Die Teilfunktionsvarianten mit der geringsten Punktzahl sind in Variante C (orange) enthalten.

Variante A	Punktzahl	Variante B	Punktzahl	Variante C	Punktzahl	Variante D	Punktzahl
1.2	19	1.3	16	1.1	14		
2.3	33	2.2	29	2.1	23		
3.1	40	3.3	32	3.2	18		
4.2	20	4.1	17	4.3	14		
Summe	112	Summe	94	Summe	69	Summe	

Tabelle 11: Varianten A, B, C Vergleich

Aufgrund der Punktzahl wird Lösungsvariante A (112 Punkte) bevorzugt.

5.9 Lösungskonzepte

5.9.1 Lösungsvariante A (grün)

Teilfunktionsvarianten: 1.2 / 2.3 / 3.1 / 4.2

Da die Teilfunktion 1.2 aus einem einfach herzustellenden Laserteil besteht, ist diese Variante kostengünstig. Durch die simple Bauform ist dieser Anschlagpunkt leicht an einer Konstruktion zu befestigen. Am Loch oben vom Anschlagpunkt Kran (Teilfunktion 1.2) kann ein Schäkel befestigt werden. Dieser Schäkel ist austauschbar. Somit ist diese Konstruktion adaptiv auf verschiedene Portalkrane.

Die Teilfunktion 2.3 bietet in der Breite viele Löcher, um den Motor zu befestigen. Somit kann sichergestellt werden, dass die Konstruktion kompatibel mit den verschiedenen Motorbaureihen ist. Ausserdem können auch zukünftige Motorbaureihen angeschlagen werden, da die Breite variabel zu verstellen ist.

Teilfunktion 3.1 fokussiert auf die Verstellung mit einer Gewindestange. Diese Variante hat viele Vorteile. Zuerst ist eine grosse Verstellkraft möglich, da man das Gewinde mit einem Werkzeug (z.B. Gabelschlüssel) drehen kann. Ausserdem bietet die Gewindestange eine hohe Sicherheit, da die Selbsthemmung im Gewinde gross ist und somit eine selbständige Verstellung, auch bei grossen Neigungen, unmöglich ist. Zusätzlich ist ein maximaler Verstellweg gewährleistet. Es kann von Seitenarm zu Seitenarm verstellt werden.

Teilfunktion 4.2 ist eine Traverse, die auf einer Seite verstellt werden kann. Mit der Kombination der Teilfunktion 2.3 kann somit ein Maximum an Einstellmöglichkeiten garantiert werden.

Durch die wenigen beweglichen Teile ist die Bedienung einfach und selbsterklärend. Das Unfallrisiko wird mit der simplen Bedienung minimiert. Zudem benötigen die wenigen beweglichen Teile nur eine geringe Wartung.

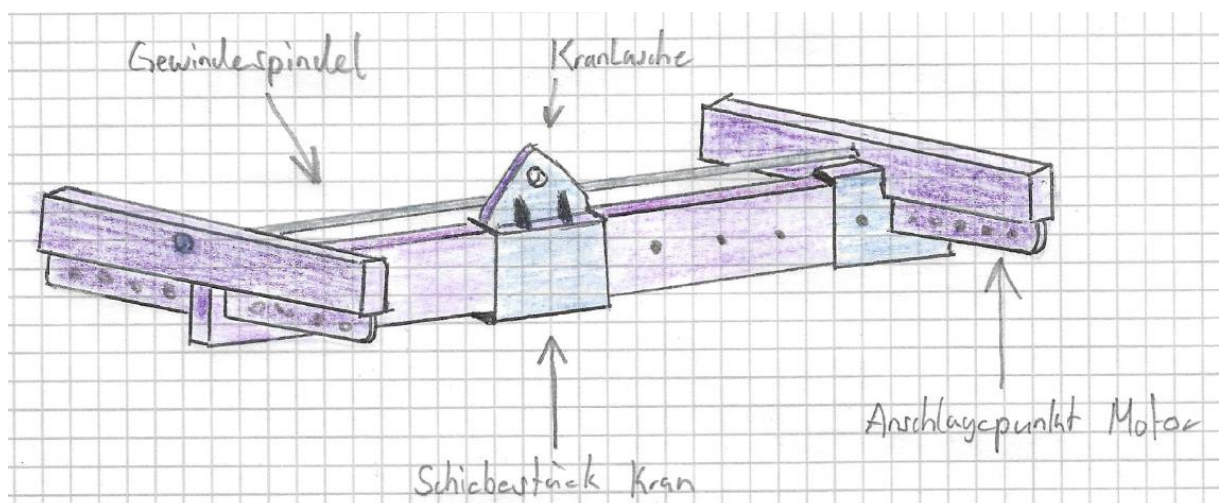


Abbildung 7: Prinzip Skizze Lasttraverse

5.9.2 Lösungsvariante B (gelb)

Teilfunktionsvarianten: 1.3 / 2.2 / 3.3 / 4.1

Bei der Teilfunktion 1.3 ist der Anschlagpunkt aus einer Metallwelle gebogen. Diese Variante ist robust und einfach zu befestigen. Der Nachteil ist die Kompatibilität zu den verschiedenen Portalkranen, denn die Grösse des Kranhakens kann nicht angepasst werden.

Bei der Teilfunktion 2.2 gelten die vielen Einstellmöglichkeiten als Vorteil. Negativ anzumerken ist die Schwierigkeit einer stabilen Konstruktion. Dafür müssten die Seitenarme relativ gross und schwer sein.

Bei der Variante 3.3 wird die Verstellung durch eine Antriebskette angestrebt. Hier ist ebenfalls eine grosse Verstellkraft möglich. Allerdings ist die Sicherheit nicht gross, da die Kette überspringen kann. Dazu müsste noch eine Sicherung, z. B. eine Bremse, verbaut werden, um die Kranlasche in Position zu halten. Ebenso besteht die Gefahr von Einklemmungen und Quetschungen.

Bei den Traversen, Teilfunktion 4, hat die Variante 4.1 am zweitmeisten Punkte. Sie überzeugt durch die vielen Verstellmöglichkeiten. Dadurch ist allerdings die Gefahr von Manipulationen grösser und die Sicherheit weniger gewährleistet.

5.9.3 Lösungsvariante C (orange)

Teilfunktionsvarianten: 1.1 / 2.1 / 3.2 / 4.3

Der Anschlagpunkt Kran, Variante 1.1, hat am wenigsten Punkte erhalten, da dieser Aufnahmepunkt gross gebaut werden muss, um mit verschiedenen Portalkranen kompatibel zu sein. Wenn der Aufnahmepunkt gross gebaut wird, ist das Risiko mit kleinen Flaschen, dass sie Spiel nach links und rechts haben. Dadurch ist die Sicherheit nicht gewährleistet, weil der Motor seitlich rutschen kann.

Bei der Teilfunktion 2.1 handelt es sich um einen Schlitten, der einfach verstellt werden kann. Durch die grossen Abstände der Verstellung ist die Kompatibilität zu den verschiedenen Motorbaureihen allerdings nicht sichergestellt, weshalb die Variante wenig Punkte erhält.

Bei der Verstellung der Neigung 3.2 wird ein Kettenspiel eingesetzt. Dieser Mechanismus müsste eingekauft werden und ist teurer als die anderen Varianten. Auch der Wartungsaufwand ist gross. Zudem ist die Verstellmöglichkeit eingeschränkt, da nicht bis ganz aussen gefahren werden kann. Diese Aspekte sind Grund für die schlechte Bewertung.

Bei der Teilfunktion 4.3 ist die Verstellung der Breite nicht möglich, was dazu führt, dass diese Bauform nicht den verschiedenen Motorbaureihen angepasst werden kann. Daher hat diese Traverse am wenigsten Punkte erhalten.

5.10 Entscheidung

Die Lösungsvariante A (grün) konnte durch die einfache Bauform und die hohe Sicherheit überzeugen. Diese Variante ist einfach zu bedienen und ist mit allen Motorbaureihen einsetzbar. Durch die leichte und simple Bauform kann die Traverse auf einem Palett oder an einer Wandhalterung einfach verstaut werden. Somit werden die Vorgaben des Auftragsgebers vollumfänglich erfüllt. Zudem haben Abklärungen ergeben, dass alle Materialien von bereits bestehenden Lieferanten bezogen werden können, was zusätzlich für diese Variante spricht.

5.11 Kalkulation

Die Kosten sind Annahmen aus Erfahrungswerten der Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz (Katalogpreise).

		Betrag SFr.
Verstellung	1x Gewindestangen, 3x Muttern, 2x U-Scheiben.	200.00
Anschlage mittel	5x Schenkel	102.30
Material (Stahl)	Profile, Laserteile	1200.00
Gleitplatten	Gleitplatten	450.00
Arbeitsstunden	20h à 40 CHF/h	800.00
Konzipieren	Schulstunden à 0.00 CHF	0.00
Lackierung	Lackierung extern	450.00
Total		3202.30

Tabelle 12: Kostenkalkulation

6 Entwerfen

Die Lösungsvariante A (grün) wird im CAD-Programm realisiert. Es werden mehrere Baugruppen erstellt und aufgeführt. Für diese Arbeit müssen Bauteile dimensioniert und nachgewiesen werden. Um ein erfolgreiches Berechnen zu ermöglichen, müssen die genauen Dimensionen bekannt sein. Für die Dimensionierung der Hauptbestandteile werden Vierkantrohre bevorzugt. Diese vereinfachen die Konstruktion wie auch die Herstellung. Alternativ könnten z.B. H-Träger, T-Träger oder U-Profile zum Einsatz kommen.

Das geringe Eigengewicht ist für die Berechnungen nicht relevant und wird daher nicht berücksichtigt.

6.1 Vordimensionieren

In diesem Schritt werden die Hauptbauteile vordimensioniert, um auf Anhieb eine Lösung zu konstruieren.

Die Masse werden aus der Tabelle 3 *Anschlagpunkte der Motoren* entnommen und um 100 mm erhöht, um Spielraum für zukünftige Motorentypen zu schaffen.

6.1.1 Werkstoff

Zuerst wurde die ganze Konstruktion aus einer Aluminiumlegierung hergestellt. Leider konnte diese nicht umgesetzt werden, da die Festigkeit nicht ausreichend war und eine grosse Biegung aufwies. Um dieses Problem in den Griff zu kriegen, müsste die Alu-Version extrem gross gebaut werden, was das Handling schwieriger machen würde und den Gewichtsvorteil eliminiert hätte.

Daher fiel die Auswahl des Werkstoffes auf einen Stahl mit folgenden Eigenschaften:

Kurzname:	S355J2H
Werkstoff-Nr.:	1.0576
Streckgrenze R_e	$355 \text{ N} / \text{mm}^2$
Zugfestigkeit R_m	$470 \text{ N} / \text{mm}^2$
Dichte bei 20°C	$7.85 \text{ kg} / \text{dm}^3$
Zulässige Spannung σ_{zul}	$213 \text{ N} / \text{mm}^2$

Dieser Werkstoff ist hervorragend für Stahlkonstruktionen geeignet. Er weist eine hohe Festigkeit auf und ist nicht spröde. Zudem kann dieser Werkstoff mit Standardschweissverfahren geschweisst werden.

6.1.2 Haupttraverse

Die Haupttraverse wird ausschliesslich auf Biegung beansprucht.

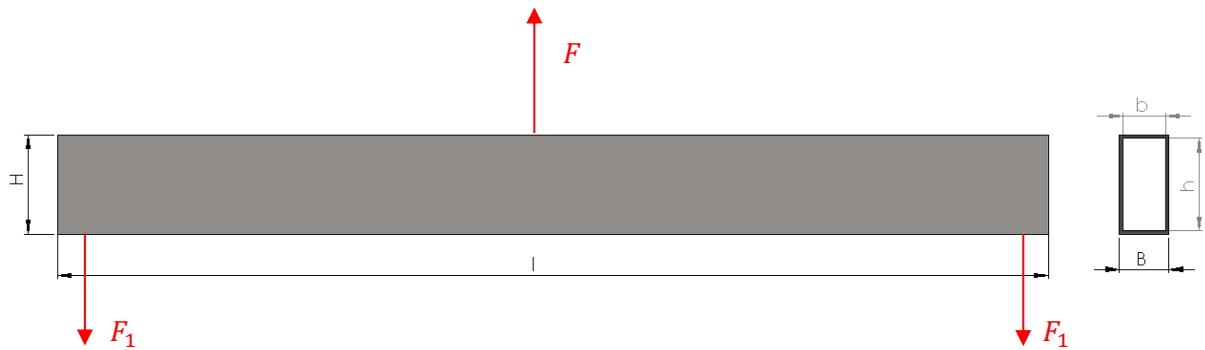


Abbildung 8: Haupttraverse

$F = 14'715 \text{ N}$
 $l = 1'200 \text{ mm}$
 $H = 120 \text{ mm}$ $h = 112 \text{ mm}$
 $B = 60 \text{ mm}$ $b = 52 \text{ mm}$

Widerstandsmoment:

$$W = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = 45'532 \text{ mm}^3$$

maximal zulässiges Biegemoment:

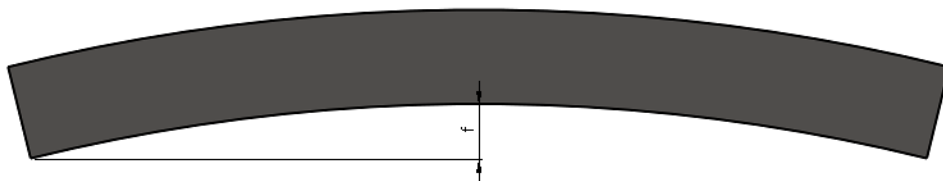
$$M_{bzul} = \sigma_{zul} \cdot W = 9'059'316 \text{ Nmm}$$

vorhandenes Biegemoment:

$$M_{bvor} = \frac{F \cdot l}{4} = 4'414'500 \text{ Nmm}$$

Sicherheit Biegemoment:

$$s = \frac{M_{bzul}}{M_{bvor}} = \underline{\underline{2.05}}$$



Axiales Flächenmoment 2. Grades:

$$I = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12} = 2'551'978 \text{ mm}^4$$

Durchbiegung:

$$f = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I} = \underline{\underline{0.99 \text{ mm}}}$$

6.1.3 Seitenarme

Die Seitenarme werden ausschliesslich auf Biegung beansprucht.

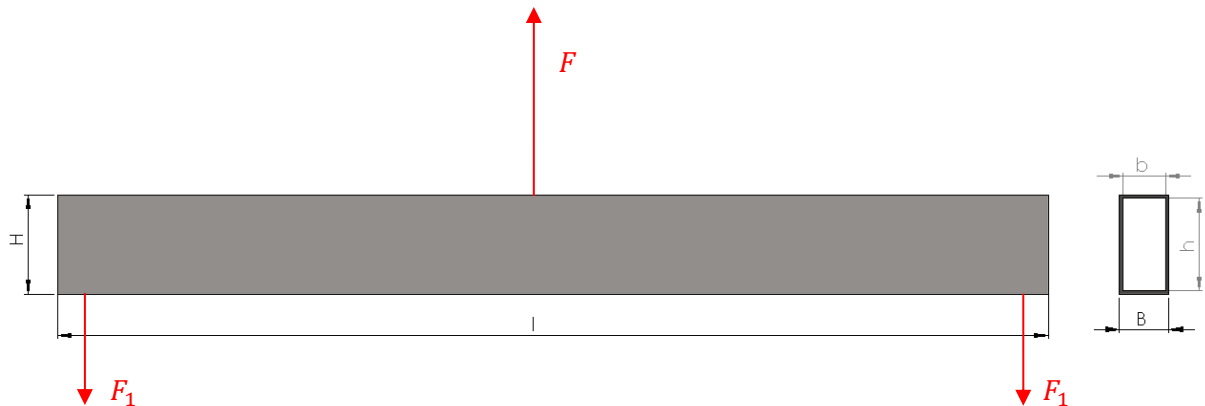


Abbildung 9: Seitenarm

$F = 9'810 \text{ N}$
 $l = 800 \text{ mm}$
 $H = 80 \text{ mm}$
 $B = 50 \text{ mm}$

$h = 72 \text{ mm}$
 $b = 42 \text{ mm}$

Widerstandsmoment:

$$W = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = 20'674 \text{ mm}^3$$

maximal zulässiges Biegemoment:

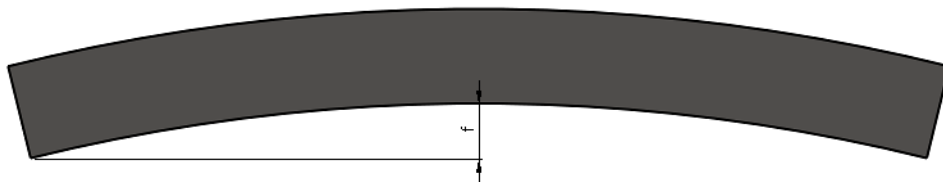
$$M_{bzul} = \sigma_{zul} \cdot W = 4'403'562 \text{ Nmm}$$

vorhandenes Biegemoment:

$$M_{bvor} = \frac{F \cdot l}{4} = 1'962'000 \text{ Nmm}$$

Sicherheit Biegemoment:

$$s = \frac{M_{bzul}}{M_{bvor}} = \underline{\underline{2.24}}$$



Axiales Flächenmoment 2. Grades:

$$I = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12} = 826'965 \text{ mm}^4$$

Durchbiegung:

$$f = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I} = \underline{\underline{0.6 \text{ mm}}}$$

6.1.4 Schiebestück Kranlasche

Das Schiebestück wird an zwei Flächen auf Zug belastet und kann durch die Gewindestange verschoben werden. Beim Verschieben verändert sich die Neigung der Haupttraverse. Die maximale Neigung beträgt 8° . Für die Sicherheit gemäss Norm EN 13155 muss man 6° der maximalen Neigung einbehalten.

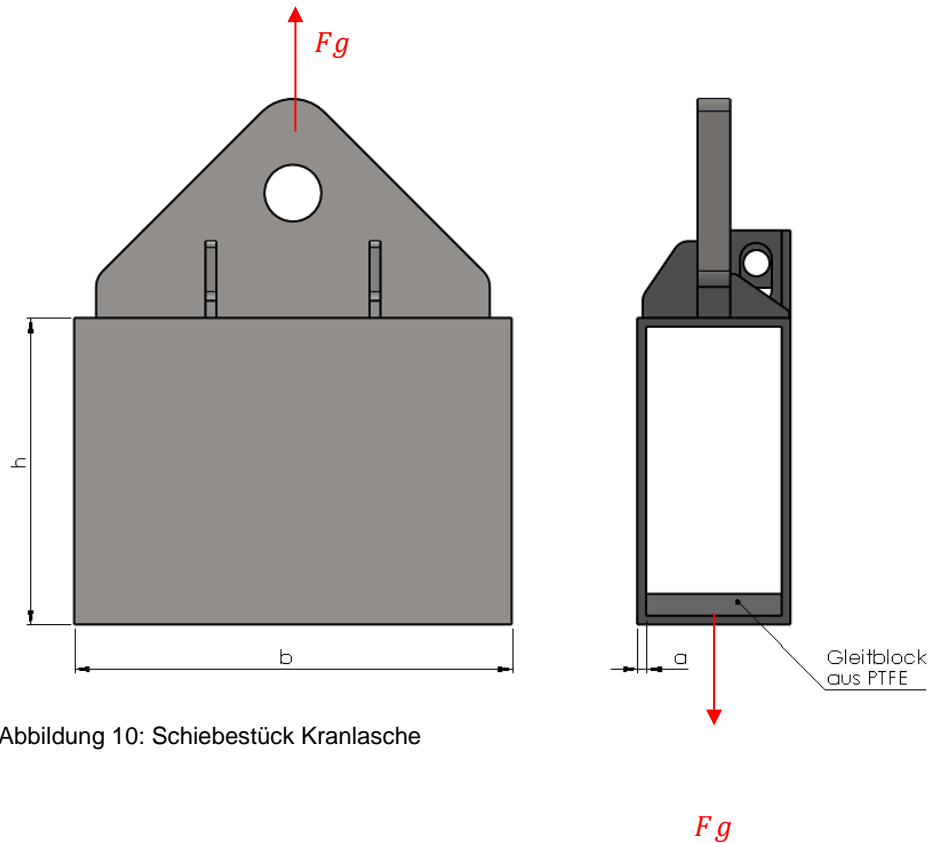


Abbildung 10: Schiebestück Kranlasche

$F_g = 14715 \text{ N}$
 $b = 200 \text{ mm}$
 $a = 4 \text{ mm}$
 $\mu = 0.04$ (Gleitreibung PTFE)
 $\mu_0 = 0.2$ (Haftreibung PTFE)
 $\alpha = 8^\circ$ (max. Verstellneigung)
 $\alpha_s = 6^\circ$ (Sicherheit nach Norm EN 13155)

Fläche Zugbelastung:

$$A = n \cdot b \cdot a = 1600 \text{ mm}^2$$

vorhandene Zugspannung:

$$\sigma_{\text{zvor}} = \frac{F_g}{A} = 9.2 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Zugspannung:

$$s = \frac{\sigma_{\text{zzul}}}{\sigma_{\text{zvor}}} = \underline{\underline{23.15}}$$

Verschiebung nach oben:
(wirkende Kraft auf Gewindestange)

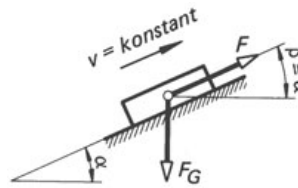


Abbildung 11: Verschiebung nach oben (Quelle: Alfred Böge)

$$e = \arctan(\mu) = 2.3^\circ$$

$$F = F_g \cdot \frac{\sin(\alpha + \alpha_s + e)}{\cos(e)} = \underline{\underline{4'134 \text{ N}}}$$

Halten auf der Ebene:
(wirkende Kraft auf Gewindestange)

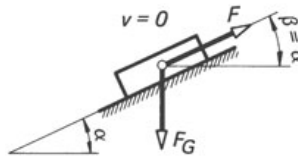


Abbildung 12: Halten auf der Ebene (Quelle: Alfred Böge)

$$e_0 = \arctan(\mu_0) = 11.3^\circ$$

$$F = F_{g0} \cdot \frac{\sin(\alpha + \alpha_s - e_0)}{\cos(e_0)} = \underline{\underline{707 \text{ N}}}$$

6.1.5 Kranlasche

Die Kranlasche wird auf Zug und Abscherung belastet. Links und rechts vom Loch der Kranlasche, bei der kleinsten Querschnittfläche, ist die grösste Zugbelastung. Die Abscherung wird mittig oberhalb des Loches berechnet.

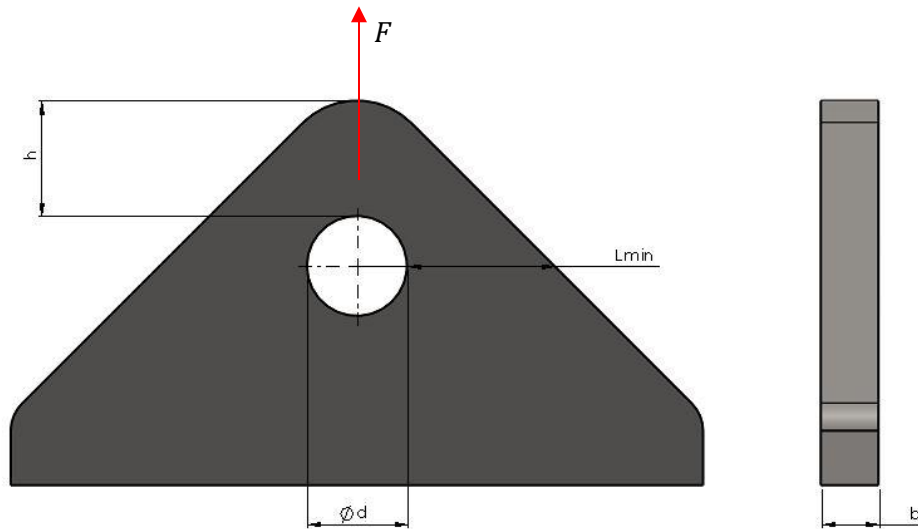


Abbildung 13: Kranlasche

$F = 14715 \text{ N}$
 $b = 15 \text{ mm}$
 $h = 30 \text{ mm}$
 $L_{min} = 23 \text{ mm}$
 $d = 30 \text{ mm}$

Fläche Zugbelastung:

$$A = n \cdot b \cdot L_{min} = 690 \text{ mm}^2$$

vorhandene Zugspannung:

$$\sigma_{zvor} = \frac{F}{A} = 22 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Zugspannung:

$$s = \frac{\sigma_{zzul}}{\sigma_{zvor}} = \underline{\underline{9.6}}$$

Fläche Abscherung:

$$A = b \cdot h = 450 \text{ mm}^2$$

vorhandene Abschere-Spannung:

$$\tau_{vor} = \frac{F}{A} = 33 \text{ N/mm}^2$$

zulässige Abschere-Spannung

$$\tau_{zul} = 0.5 \cdot R_e = 177 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Abschere-Spannung

$$s = \frac{\tau_{zul}}{\tau_{vor}} = \underline{5.36}$$

6.1.6 Lochblech an Seitenarm

Das Lochblech wird auf Zug und Abschereung belastet. Die grösste Zugbelastung ist links und rechts vom Loch bei der kleinsten Fläche. Die Abschereung wird in der Mitte unterhalb des Loches berechnet (rote Kennzeichnung in der Skizze).

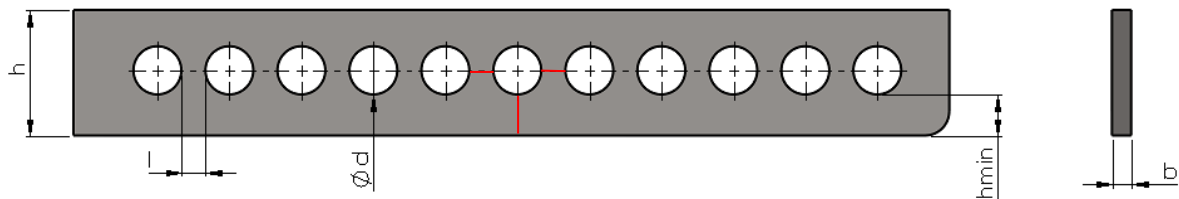


Abbildung 14: Lochblech an Seitenarm

$F = 4905 \text{ N}$
 $b = 8 \text{ mm}$
 $h = 52 \text{ mm}$
 $h_{min} = 17 \text{ mm}$
 $l = 10 \text{ mm}$
 $d = 20 \text{ mm}$

Fläche Zugbelastung:

$$A = n \cdot b \cdot l = 160 \text{ mm}^2$$

vorhandene Zugspannung:

$$\sigma_{zvor} = \frac{F}{A} = 31 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Zugspannung:

$$s = \frac{\sigma_{zzul}}{\sigma_{zvor}} = \underline{6.87}$$

Fläche Abscherung:

$$A = h_{min} \cdot b = 136 \text{ mm}^2$$

vorhandene Abschere-Spannung:

$$\tau_{vor} = \frac{F}{A} = 36 \text{ N/mm}^2$$

zulässige Abschere-Spannung

$$\tau_{zul} = 0.5 \cdot R_e = 177 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Abschere-Spannung

$$s = \frac{\tau_{zul}}{\tau_{vor}} = \underline{\underline{4.92}}$$

6.1.7 Sicherungsbolzen Schiebestück Seitenarm

Der Sicherungsbolzen wird nur auf Abscherung belastet. Die Abscherkraft entsteht durch die Neigung von der Haupttraverse. Das Schiebestück wird über die Haupttraverse geschoben. Beide haben eine Wandstärke von 4 mm, wie aus 6.1.2 Haupttraverse und der Abbildung 15 (unten) entnommen werden kann.

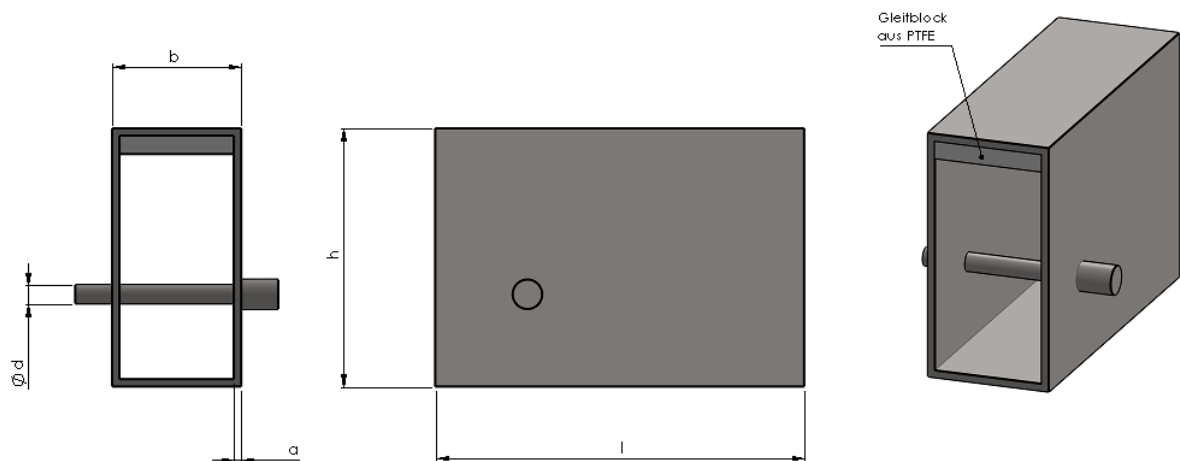


Abbildung 15: Sicherungsbolzen Schiebestück Seitenarm

$$F_g = 9810 \text{ N}$$

$$b = 70 \text{ mm}$$

$$h = 140 \text{ mm}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$\mu_0 = 0.2 \text{ (Haftreibung PTFE)}$$

$$\alpha = 8^\circ \text{ (max. verstell Neigung)}$$

$$\alpha_s = 6^\circ \text{ (Sicherheit nach Norm EN 13155)}$$

Halten auf der Ebene:
(wirkende Kraft auf Sicherungsbolzen)

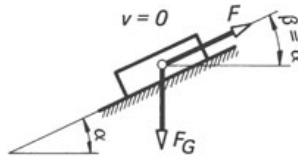


Abbildung 16: Halten auf der Ebene (Quelle: Alfred Böge)

$$e_0 = \arctan(\mu_0) = 11.3^\circ$$

$$F = F_g \cdot \frac{\sin(\alpha + \alpha_s - e_0)}{\cos(e_0)} = \underline{\underline{472 \text{ N}}}$$

Fläche Abscherung (Bolzenquerschnitt)

$$A = n \cdot r^2 \cdot \pi = 157 \text{ mm}^2$$

vorhandene Abschere-Spannung:

$$\tau_{vor} = \frac{F}{A} = 3 \text{ N/mm}^2$$

zulässige Abschere-Spannung

$$\tau_{zul} = 0.5 \cdot R_e = 177 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Abschere-Spannung

$$s = \frac{\tau_{zul}}{\tau_{vor}} = \underline{\underline{59}}$$

Projizierte Fläche des Bolzens

$$A_{proj} = n \cdot d \cdot a = 80 \text{ mm}^2$$

Flächenpressung des Bolzens

$$p = \frac{F}{A_{proj}} = 6 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit der Flächenpressung

$$s = \frac{\tau_{zul}}{p} = \underline{\underline{29.5}}$$

6.1.8 Gewindestange

Die Gewindestange wird nur auf Zug belastet. Die Kraft entsteht durch die Neigung von der Haupttraverse.

Tr12x3 5.8

$A_{Kern} = 63.6 \text{ mm}^2$

$F = 4134 \text{ N}$ (Verschiebung nach oben des Schiebestück Kranlasche)

$R_e = 400 \text{ N/mm}^2$

$p_{zul} = 200 \text{ N/mm}^2$

$SW = 19 \text{ mm}$

$d = 12.5 \text{ mm}$

zulässige Zugspannung

$$\sigma_{zzul} = R_e \cdot 0,6 = 240 \text{ N/mm}^2$$

vorhandene Zugspannung

$$\sigma_{zvor} = \frac{F}{A_{Kern}} = 65 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Zugspannung

$$s = \frac{\tau_{zul}}{\tau_{vor}} = \underline{\underline{3.69}}$$

Auflagefläche der Mutter

$$A = \frac{\pi \cdot (sw^2 - d^2)}{4} = 160 \text{ mm}^2$$

Flächenpressung der Mutter

$$p = \frac{F}{A} = 26 \text{ N/mm}^2$$

Sicherheit Flächenpressung

$$s = \frac{\sigma}{p} = \underline{\underline{7.69}}$$

6.2 Teile erstellen

6.2.1 Haupttraverse

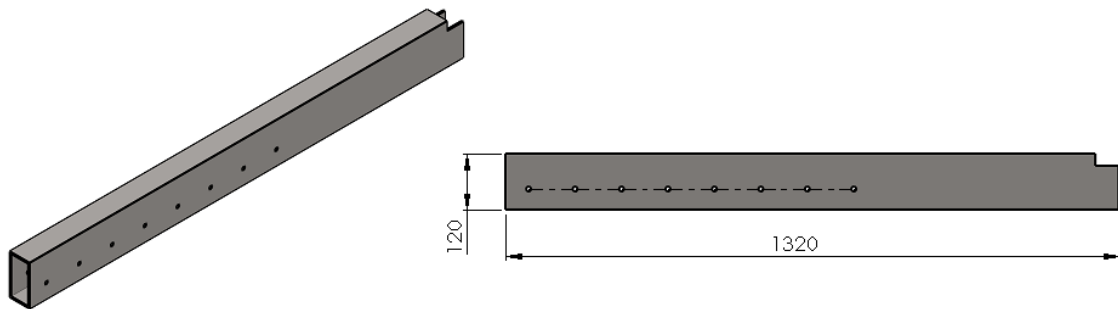


Abbildung 17: Konstruierte Haupttraverse

Bei der Konstruktion der Haupttraverse wurde darauf geachtet, dass die Quertraversen einfach befestigt werden können. Dafür wurde an einem Ende das Vierkantrohr ausgeklinkt. Bei dieser Aussparung wird die fixe Quertraverse montiert.

Die Löcher, die seitlich in das Profil gebohrt sind, dienen zur Sicherung der verstellbaren Quertraverse.

6.2.2 Seitenarme

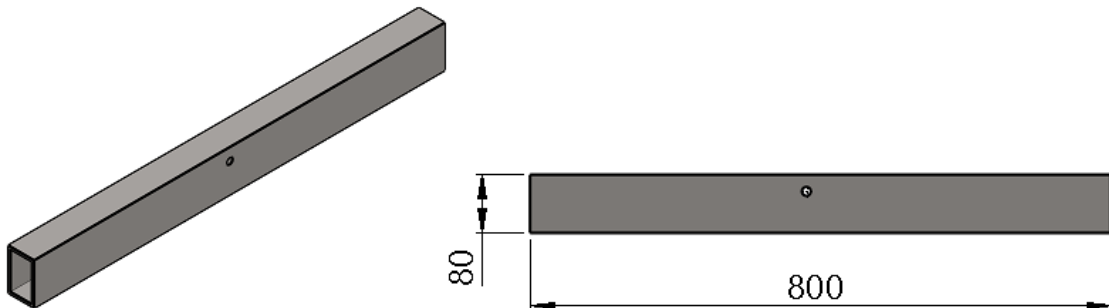


Abbildung 18: Konstruierte Seitenarme

Die einfache Konstruktion der Seitenarme bietet höchste Stabilität und eine einfache Fertigung. Der linke und der rechte Arm bestehen aus einem Stück.

Das sichtbare Loch dient zur späteren Durchführung der Gewindespindel.

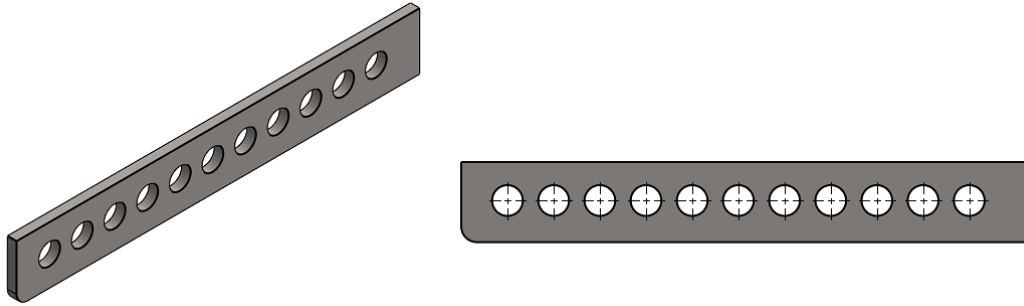


Abbildung 19: Konstruierte Lochbleche

Die Lochbleche, die unter den Seitenarmen angeschweisst werden, dienen zum Befestigen der Last. Durch die Löcher werden Schäkkel befestigt, wo später Lastaufnahmemittel (z.B. Ketten) eingehängt werden können.

Um dieses Blech herzustellen, werden die Löcher gelasert.

6.2.3 Gewindestange

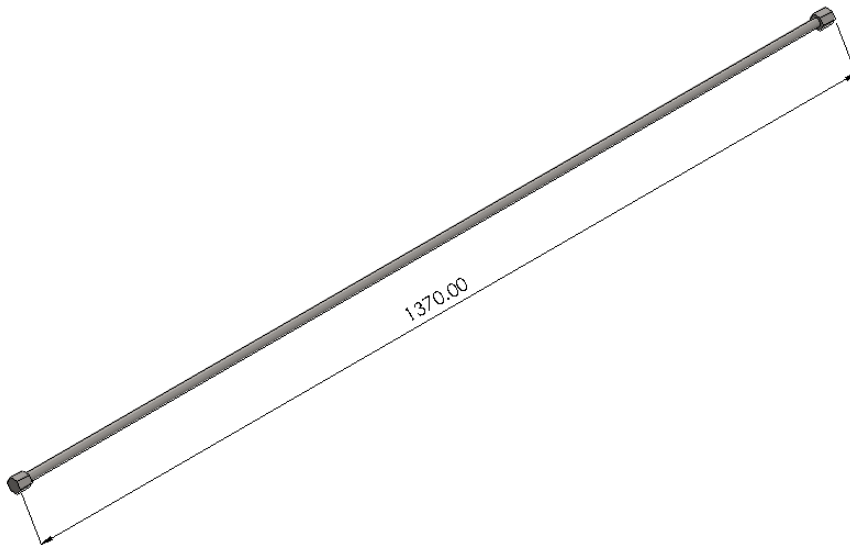


Abbildung 20: Konstruierte Gewindestange

Die Gewindestange wird ausschliesslich auf Zug belastet. Verwendet wird ein metrisches ISO-Trapezgewinde TR 12x3. Die mechanischen Eigenschaften entsprechen der Kennzeichnung 5.8 (R_m 500 N/mm² und R_e 400 N/mm²).

Um den Mechanismus zu betätigen, ist hinten und vorne an der Gewindestange eine Mutter befestigt. Diese Mutter wird mit Hilfe eines Spannstiftes fixiert.

6.2.4 Kranlasche mit Schiebestück

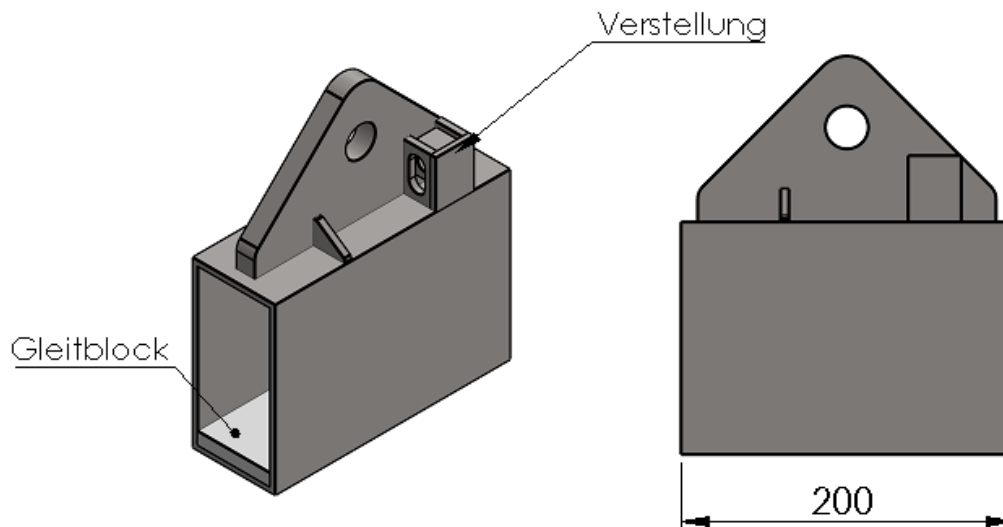


Abbildung 21: Konstruierte Kranlasche mit Schiebestück

Durch das Verschieben der Kranlasche auf der Haupttraverse wird die Neigung des Motors verstellt. Um das Verschieben zu ermöglichen, befindet sich ein Gleitblock in dem Schiebestück. Dieser Gleitblock besteht aus Kunststoff (PTFE), der speziell für solche Anwendungen hergestellt wird. Er hat eine Gleitreibung von 0.04 und eine Haftreibung von 0.2.

Im Bauteil «Verstellung» befindet sich das Gewinde für die Gewindespindel. Durch diese Spindel wird das Schiebestück in Position gehalten. Dieser Gewindeblock ist so konzipiert, dass das Gewinde die Biegung der Traverse ausgleichen kann und somit die Gewindespindel nur auf Zug belastet wird.

Durch das Loch oben in der Vorrichtung wird die gesamte Konstruktion mit dem Portalkran verbunden. Die Verbindung wird durch einen Schäkkel sichergestellt. Durch das Austauschen des Schäkels kann die Traverse dem Kranhaken angepasst werden. Der Bolzen des Schäkels ist auf den Lochdurchmesser abgestimmt.

6.2.5 Schiebestück mit Sicherungsbolzen

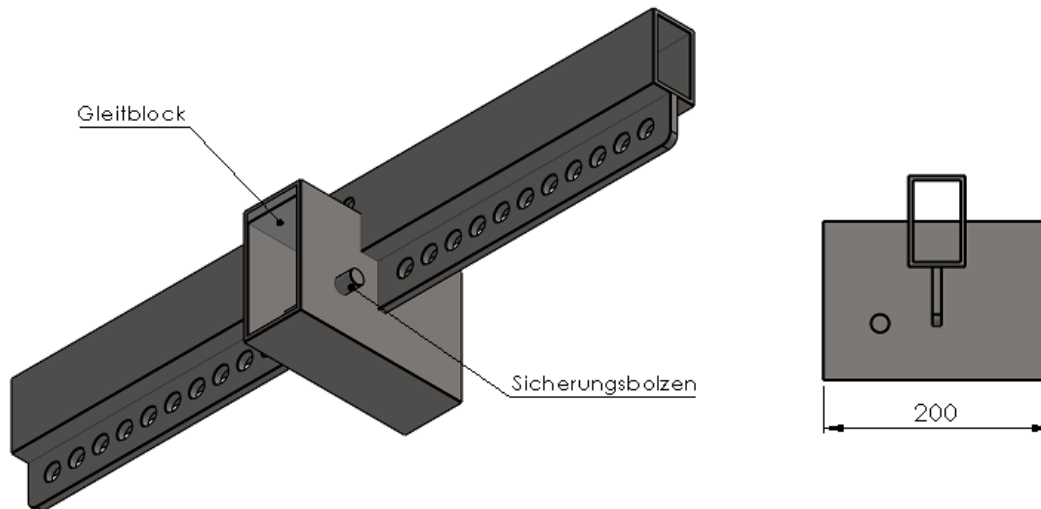


Abbildung 22: Schiebestück mit Sicherungsbolzen

Der verstellbare Seitenarm wird auf einem Schiebestück befestigt. Dieses kann nur ohne Last verschoben werden. Um das Schiebestück in Position zu halten, wird es mit einem Sicherungsbolzen gesichert. Dieser Bolzen kann alle 100 mm durch das Schiebestück und die Haupttraverse gesteckt werden. Diese 100 mm Abstand ermöglichen eine Anpassung der Traverse an die verschiedenen Motorbaureihen. Auch dieses Schiebestück hat einen Gleitblock aus PTFE, um den Verschleiss zu minimieren. Durch den Gleitblock ist es möglich die Quertraverse von Hand zu verschieben.

Der Sicherungsbolzen besteht ebenfalls aus einem hochfesten Stahl.

6.3 Baugruppe

6.3.1 Lasttraverse für LKW-Motoren

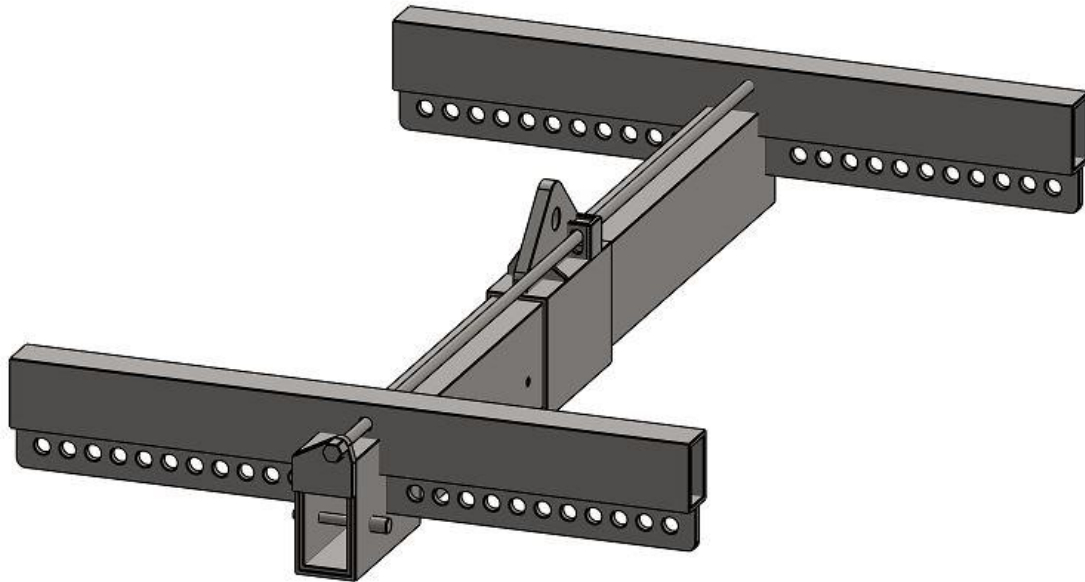


Abbildung 23: Traverse

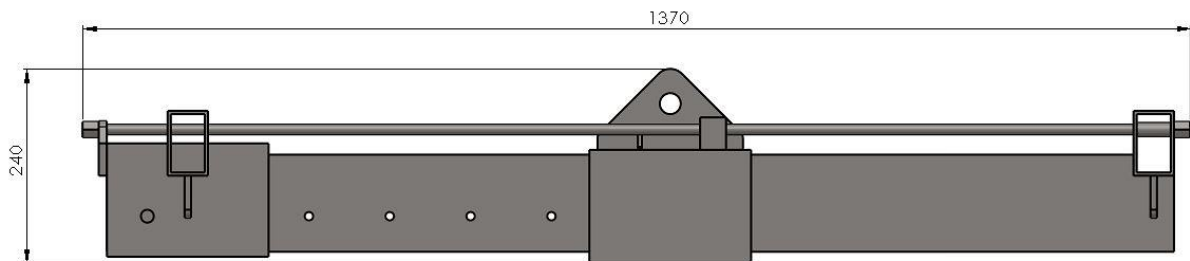


Abbildung 24: Traverse mit Massen

Die fertige Baugruppe hat eine Höhe von 240 mm, eine Breite von 800 mm und eine Länge von 1370 mm. Das Gewicht beträgt 38.5 kg.

Der fest montierte Seitenarm wird mit der Haupttraverse verschweisst. Die Kranlasche wird am Schiebestück angeschweisst. Das Schiebestück wird über die Haupttraverse geschoben und mit Hilfe der Gewindespindel in Position gehalten. Der verstellbare Seitenarm wird mit dem Schiebestück verschweisst. Das Schiebestück mit dem Seitenarm wird ebenfalls über die Haupttraverse geschoben. Es wird mit einem Sicherungsbolzen befestigt. Durch das Lösen des Sicherungsbolzens kann der Seitenarm in 100 mm Schritten verstellt werden. Insgesamt gibt es acht Einstellmöglichkeiten. Die Gewindespindel wird aussen auf beiden Seiten mit der Haupttraverse verbunden und in der Mitte ist sie mit der Kranlasche verbunden.

6.3.2 Schäkkel

SpanSet®



Abbildung 25: Schäkkel von SpanSet

Insgesamt werden fünf Schäkkel benötigt. Die Schäkkel dienen zur Adaption an den Anschlagpunkten. Oben an der Traverse wird ein 8.5 Tonnen Schäkkel eingesetzt, wo der Portalkran eingehängt werden kann. Unten an den vier Lochblechen werden vier Schäkkel (3.25 T) benötigt. An diesen wird der Motor mit geeignetem Hebezeug befestigt. Dies können Ketten oder aber Textilgurte sein. Damit die Gurte eingehängt werden können, muss der Schäkkel demontierbar sein.

6.4 Motor Befestigungsmöglichkeiten

Die Anschlagpunkte wurden so gestaltet, dass alle Motorbaureihen befestigt werden können. Durch die grosse Spannweite der Möglichkeiten ist die Traverse auch für andere Bauteile einsetzbar. Somit ist eine grosse Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten gewährleistet.

In acht 100 mm Schritten kann die Länge verstellt werden. Die maximale Länge beträgt 1195 mm und die minimale Länge 495 mm.

Pro Seite kann die Breite in elf Schritten verstellt werden. Das ergibt insgesamt 22 Verstellmöglichkeiten. Der Mittelpunktabstand von den Löchern ist 30 mm. Die maximale Breite beträgt 740 mm und die minimale Breite 140 mm.

6.5 Neigung

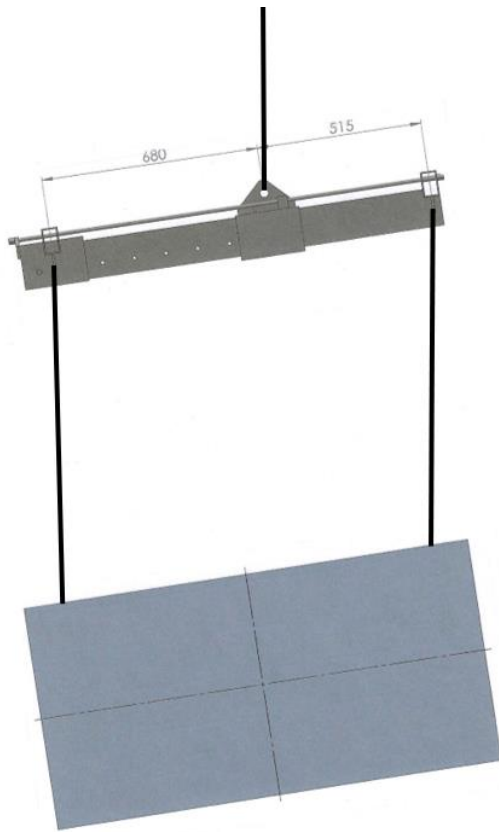


Abbildung 26: Neigung 8°

Durch die Verstellung der Kranlasche kann die Neigung verstellt werden. Diese wird benötigt, um den Motor (hier als Rechteck dargestellt) von der waagerechten Position um 8° zu neigen. In der Abbildung oben ist ersichtlich, dass die Kranlasche um rund 83 mm verschoben werden muss, damit der Motor etwa 8° geneigt wird. Diese Werte wurden aus der obigen Abbildung heraus gemessen, in der Annahme, dass sich der Schwerpunkt des Motors mittig unter dem Kranseil befindet. Der Schwerpunkt des Motors wurde mittig im Rechteck angenommen. Der effektive Schwerpunkt der verschiedenen Motorbaureihen ist nicht bekannt.

Die genaue zu verstellende Distanz wird in Versuchen ermittelt.

6.6 Korrosionsschutz

Zum Schutz der Korrosion wird die Traverse lackiert. Da die Traverse im Innenbereich zum Einsatz kommt und somit kaum Feuchtigkeit ausgesetzt ist, genügt eine Lackierung als Korrosionsschutz.

Der grösste Vorteil der Lackierung ist, dass die Güte des Materials nicht verändert wird. Somit wird die Festigkeit des Eisens nicht beeinflusst. Die Lackierung ist kostengünstiger im Gegensatz zu Oberflächenbehandlungen.

7 Materialliste

	Anzahl (Stk.)
Gewindestange TR12x3 5.8, 1.5m	1
Mutter TR12	3
Unterlagescheibe 12.5	2
Stahlrohr S255J2H 50mmx80mm, 6m	1
Stahlrohr S255J2H 70mmx140mm, 6m	1
Stahlrohr S255J2H 60mmx160mm, 6m	1
Laser Teil Stahl S355	Diverse
Gleitplatte 200mmx200mm	1
Schäkel 3.25t	4
Schäkel 8.5t	1

Tabelle 13: Materialliste

8 Selbständigkeitserklärung

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

Die Diplomarbeit darf nur mit Genehmigung der Verfasser an Dritte weitergegeben werden.

Colin Lustenberger



Malters 06.10.2022

9 Reflektion

Das Verfassen der Diplomarbeit war eine grosse Herausforderung. Jedoch war es eine lehrreiche Zeit.

In dieser Arbeit konnte ich viel von dem in den letzten drei Jahren Erlernten repetieren und umsetzen. Ich benötigte diverse Schulunterlagen, um die Aufgaben in dieser Diplomarbeit erfolgreich umsetzen zu können. Jedoch waren einige Aufgaben schwieriger zu lösen, als es im Unterricht war, da die Aufgabenstellung immer wieder geändert hat.

Beim Konstruieren war die grösste Schwierigkeit das CAD-Programm. Vor dieser Diplomarbeit hatte ich nur übungsweise im CAD gearbeitet. Daher beherrschte ich nur die einfachen Funktionen von SolidWorks. Leider konnte ich nicht alles im CAD so umsetzen, wie ich es wollte. Daher sind auch verschiedene 3D-Modelle und Zeichnungen nicht verständlich dargestellt. Jedoch konnte ich meine Fähigkeiten im CAD stark verbessern und es hat mir enorm Freude bereitet, so zu zeichnen.

Beim Dimensionieren und Auslegen der Konstruktion konnte ich, wie bereits erwähnt, auf die Unterrichtsaufgaben zurückgreifen. Jedoch war das nicht ganz einfach, da ich diese Berechnungen seit dem Unterricht nicht mehr gebraucht hatte. Allerdings konnte ich so viele Aufgaben repetieren und mein Wissen festigen.

Meine technischen Ziele, die im Kapitel 3.6 aufgelistet sind, habe ich alle erreicht. Jedoch wollte ich am Anfang die Konstruktion aus Aluminium herstellen. Dies konnte ich leider nicht verwirklichen, was mir einen Zusatzaufwand bescherte. Jedoch hat dies meinen Zeitplan dank der eingebauten Reserven nicht beeinflusst. So war dieser alles in allem gut aufgestellt und hat bis zum Schluss gepasst. Unvorhergesehene Probleme konnten also abgefedert werden.

Wie ich schon bei der Sitzung der Themeneingabe erwähnt hatte, ist die der Arbeit zugrunde liegende Aufgabenstellung für eine Diplomarbeit eher klein. Jedoch habe ich dies absichtlich so gewählt, da ich die Diplomarbeit in meiner Freizeit erstellen musste. Dafür habe ich ein Endprodukt, das fertig geplant und sehr zufriedenstellend ist.

Meiner Meinung nach ist mir diese Arbeit gut gelungen. Ich konnte vieles lernen und auch viel repetieren. Ich stand während der Arbeit auch vor Herausforderungen, wie das CAD-Programm oder die schriftliche Arbeit zu erstellen, welche meinen Horizont erweitert haben.

10 Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei allen Personen, welche mich während der Weiterbildung in den letzten drei Jahren und bei dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Einen grossen Dank geht an die Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz, welche mir ermöglicht hat, diese Weiterbildung bei der TEKO Schweizerische Fachschule AG zu besuchen.

Ebenfalls ein grosses Dankeschön an Matthias Abegg, welcher mich in meiner Abwesenheit vertrat und die teilweise speziellen Bedürfnisse von mir berücksichtigte.

Ein besonderer Dank geht auch an Rudolf Gautschi, der mir als begleitender Dozent immer wieder wertvolle und nützliche Tipps zur Umsetzung der Diplomarbeit gegeben hat.

Danke an Nadine Lustenberger und Alex Zellweger für das Gegenlesen der Diplomarbeit.

Zudem gehört ein grosser Dank meiner Familie und meinen Freunden für ihr entgegengebrachtes Verständnis, ihre Geduld und Unterstützung während der ganzen Studiumszeit.

11 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Motor auf Liefergestell.....	I
Abbildung 2: Fertige Lasttraverse	II
Abbildung 3: 3D-Model der Traverse (Block stellt Motor dar)	III
Abbildung 4: Motorheber Herkules 680 kg www.amazon.de	7
Abbildung 5: Lasttraverse verstellbar von Hebetech AG	7
Abbildung 6: Prinzip Skizze Grobkonzept	11
Abbildung 7: Prinzip Skizze Lasttraverse	21
Abbildung 8: Haupttraverse.....	25
Abbildung 9: Seitenarm.....	26
Abbildung 10: Schiebestück Kranlasche	27
Abbildung 11: Verschiebung nach oben (Quelle: Alfred Böge).....	28
Abbildung 12: Halten auf der Ebene (Quelle: Alfred Böge)	28
Abbildung 13: Kranlasche	29
Abbildung 14: Lochblech an Seitenarm.....	30
Abbildung 15: Sicherungsbolzen Schiebestück Seitenarm.....	31
Abbildung 16: Halten auf der Ebene (Quelle: Alfred Böge)	32
Abbildung 17: Konstruierte Haupttraverse.....	34
Abbildung 18: Konstruierte Seitenarme.....	34
Abbildung 19: Konstruierte Lochbleche.....	35
Abbildung 20: Konstruierte Gewindespindel.....	35
Abbildung 21: Konstruierte Kranlasche mit Schiebestück	36
Abbildung 22: Schiebestück mit Sicherungsbolzen	37
Abbildung 23: Traverse.....	38
Abbildung 24: Traverse mit Massen.....	38
Abbildung 25: Schäkel von SpanSet.....	39
Abbildung 26: Neigung 8°	40

Quellenverzeichnis

- Formel und Tabellen zur Technischen Mechanik, Alfred Böge
- Skript, Markus Fűrholz
- Skript, Dominic Schüpbach
- Online Shop, Debrunner Acifer
- Online Shop, Maagtechnic
- MAN Truck&Bus AG
- Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz
- Norm EN 13155

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projektplan	3
Tabelle 2: Gewicht der Motoren	5
Tabelle 3: Anschlagpunkte der Motoren.....	5
Tabelle 4: Anforderungsliste	8
Tabelle 5: Auflistung der Teilfunktionen	14
Tabelle 6: Morphologischer Kasten.....	17
Tabelle 7: Teilfunktion Anschlagpunkt Kran	18
Tabelle 8: Teilfunktion Anschlagpunkt Motor.....	18
Tabelle 9: Teilfunktion Verstellung der Neigung.....	19
Tabelle 10: Teilfunktion Traverse	19
Tabelle 11: Varianten A, B, C Vergleich.....	20
Tabelle 12: Kostenkalkulation	23
Tabelle 13: Materialliste	41
Tabelle 14: Abkürzungsverzeichnis.....	47

Abkürzungsverzeichnis

Allg.	Allgemein
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heisst
evtl.	eventuell
F&E	Forschung und Entwicklung
gem.	gemäss
LKW	Lastkraftwagen
m	Meter
mind.	mindestens
NUFAG	Nutzfahrzeug AG Zentralschweiz
resp.	respektive
Stk.	Stück
t	Tonnen
u.a.	unter anderem
u.v.m.	und vieles mehr
z.B.	zum Beispiel

Tabelle 14: Abkürzungsverzeichnis

12 Anhang

Schäkel

Debrunner Acifer

kloeckner metals Your partner for a sustainable tomorrow

Art-Nr. M115473

Schäkel geschweißt Green-Pin

SpanSet®



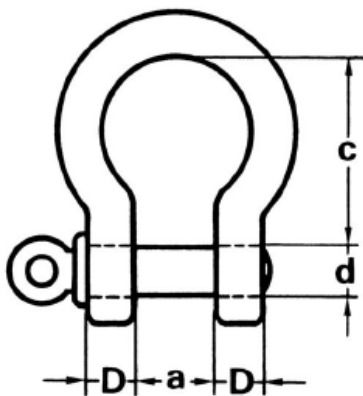
Produkteigenschaften

- aus vergütetem Stahl
- Güterklasse 6

Klassifikation

eClass 12.0 36-12-34-11
 eClass 11.0 36-12-34-11
 UNSPSC 11.2 31162803
 eClass 10.1 36-12-34-11

Art-Nr.	Bruttopreis	Typ	Ø "	D mm	a mm	d mm	c mm	Tragkraft t
10059022 821.595.100	6.20 / Stk	1GP0.5	1/4	7	10	8	29	0.5
10059023 821.595.120	7.00 / Stk	1GP0.75	5/16	9	13	10	32	0.75
10059024 821.595.140	8.80 / Stk	1GP1	3/8	10	17	11	36	1
10059025 821.595.160	12.20 / Stk	1GP2	1/2	13	22	16	51	2
10059026 821.595.180	17.30 / Stk	1GP3.25	5/8	16	27	19	64	3.25
10059027 821.595.200	24.20 / Stk	1GP4.75	3/4	19	31	22	76	4.75
10059028 821.595.220	33.10 / Stk	1GP6.5	7/8	22	36	25	83	6.5
10059029 821.595.240	47.10 / Stk	1GP8.5	1	25	43	28	95	8.5
10059030 821.595.260	66.40 / Stk	1GP9.5	1 1/8	28	47	32	108	9.5
10346803	91.00 / Stk	1GP12	1 1/4	32	51	35	115	12



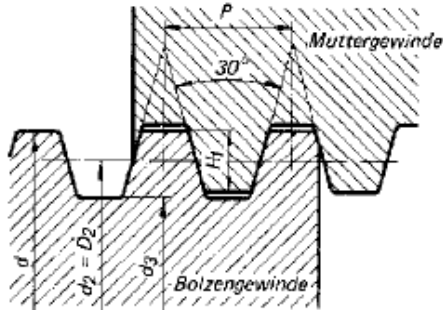
Alle Preise in CHF. Unsere Preise sind Richtpreise und unverbindlich. Lieferung erfolgt nur innerhalb CH/FL.



Gewindetabelle

5 Gewindetabellen

5.2 Metrisches ISO-Trapezgewinde



Bezeichnung für

a) eingängiges Gewinde z.B.

Tr 75×10 Gewindedurchmesser
 $d = 75 \text{ mm}$
 Steigung $P = 10 \text{ mm} = \text{Teilung}$

b) zweigängiges Gewinde z.B.

Tr 75×20 P 10 Gewindedurchmesser
 $d = 75 \text{ mm}$
 Steigung $P_h = 20 \text{ mm}$
 Teilung $P = 10 \text{ mm}$

$$\text{Gangzahl } z = \frac{\text{Steigung } P_h}{\text{Teilung } P} = \frac{20 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} = 2$$

Maße in mm

Gewinde- durchmesser d	Steigung P	Steigungs- winkel α in Grad	Tragtiefe H_1 $H_1 = 0,5 P$	Flanken- durchmesser $D_2 = d_2$ $D_2 = d - H_1$	Kern- durchmesser d_3	Kern- querschnitt $A_3 = \frac{\pi}{4} d_3^2$ mm^2	polares Wider- standsmoment $W_p = \frac{\pi}{16} d_3^3$ mm^3
8	1,5	3,77	0,75	7,25	6,2	30,2	46,8
10	2	4,05	1	9	7,5	44,2	82,8
12	3	5,20	1,5	10,5	9	63,6	143
16	4	5,20	2	14	11,5	104	299
20	4	4,05	2	18	15,5	189	731
24	5	4,23	2,5	21,5	18,5	269	1243
28	5	3,57	2,5	25,5	22,5	398	2237
32	6	3,77	3	29	25	491	3068
36	6	3,31	3	33	29	661	4789
40	7	3,49	3,5	36,5	32	804	6434
44	7	3,15	3,5	40,5	36	1018	9161
48	8	3,31	4	44	39	1195	11647
52	8	3,04	4	48	43	1452	15611
60	9	2,95	4,5	55,5	50	1963	24544
65	10	3,04	5	60	54	2290	30918
70	10	2,80	5	65	59	2734	40326
75	10	2,60	5	70	64	3217	51472
80	10	2,43	5	75	69	3739	64503
85	12	2,77	6	79	72	4071	73287
90	12	2,60	6	84	77	4656	89640
95	12	2,46	6	89	82	5281	108261
100	12	2,33	6	94	87	5945	129297
110	12	2,10	6	104	97	7390	179203
120	14	2,26	7	113	104	8495	220867

Werkstoffdatenblatt S255J2H

Kohlenstoffäquivalent (CEV) (nach der Schmelzenanalyse in %)

	Werkstoffnummer	Kohlenstoffäquivalent in %, max. für Nenndicke in mm			
		≤ 16	> 16 - ≤ 40	> 40 - ≤ 65	> 65 - ≤ 120
S235JRH	1.0039	0,37	0,39	0,41	0,44
S275J0H	1.0149	0,41	0,43	0,45	0,48
S355J0H	1.0547	0,45	0,47	0,50	0,53
S355J2H	1.0576	0,45	0,47	0,50	0,53

Zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalents sollte folgende Formel angewendet werden: $CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur

Stahlsorte	Streckgrenze R _{eh} N/mm ²						Zugfestigkeit R _m N/mm ²			Bruchdehnung A ^{1),2)} min. in %				Kerbschlagarbeit KV ³⁾ J min. bei einer Prüftemperatur in °C von		
	Nennwanddicken in mm						Nennwanddicken in mm			Nennndicken in mm						
(Werkstoff-Nr.)	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 120	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 120	≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 120	-20	0	+20
S235JRH (1.0039)	235	225	215	215	215	195	360 bis 510	360 bis 510	350 bis 500	26	25	24	22	-	-	27
S275J0H (1.0149)	275	265	255	245	235	225	430 bis 580	410 bis 560	400 bis 540	23	22	21	19	-	27	-
S355J0H (1.0547)	355	345	335	325	315	295	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	22	21	20	18	-	27	-
S355J2H (1.0576)							27	-	-							

¹⁾ Längswerte; Werte in Querrichtung sind um 2 % kleiner.

²⁾ Für Dicken < 3 mm siehe DIN EN 10210-1:2006, 9.2.2

³⁾ Bei Profilen mit einer Nenndicke > 100 mm sind die Werte zu vereinbaren; Bei Verwendung von Proben mit einer Breite von weniger als 10 mm sind die angegebenen Mindestwerte entsprechend dem Querschnitt der Probe proportional zu verringern. Bei Nenndicken < 6 mm sind keine Kerbschlagbiegeversuche gefordert.

Anhaltsangaben für einige physikalische Eigenschaften

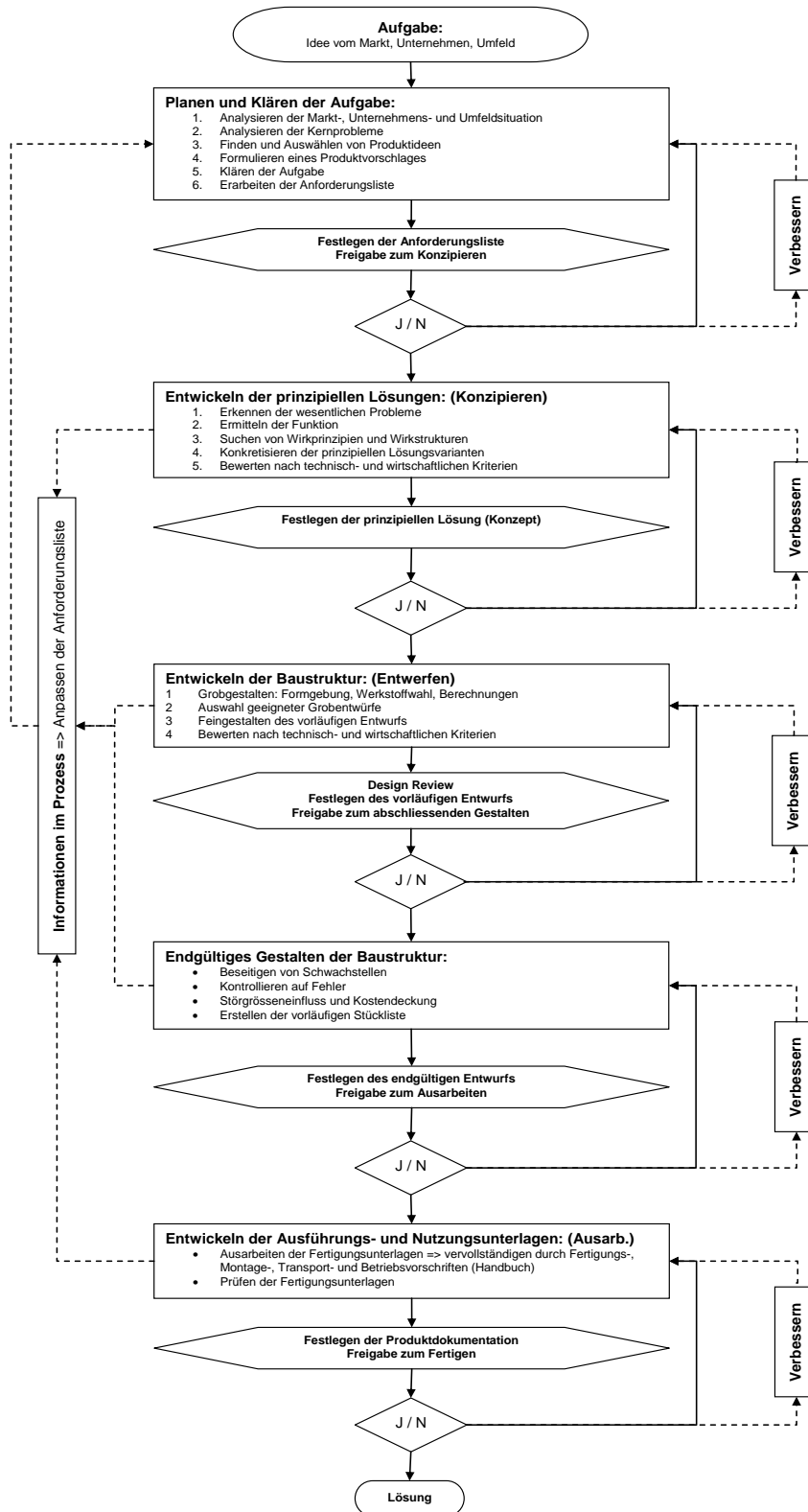
Dichte bei 20 °C kg/dm ³	Elastizitätsmodul kN/mm ² bei				Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C W/m K	spez. Wärmekapazität bei 20 °C J/kg K	spez. elektrischer Widerstand bei 20 °C Ω mm ² /m
	20 °C	100 °C	200 °C	300 °C			
7,85	210	205	197	190	54	461	0,15

Mittlerer linearer Wärmeausdehnungskoeffizient 10⁻⁶ K⁻¹ zwischen 20 °C und

100 °C	200 °C	300 °C
11,1	12,1	12,9

Methodisches Vorgehen nach VDI-Richtlinie 2221 und 2222

Der Arbeitsfluss beim Planen und Konstruieren wurde nach der VDI- Richtlinie 2221 und 2222 erarbeitet. In nachfolgender Grafik ist der Arbeitsfluss dieser Arbeit bezogen auf die Aufgabenstellung abgebildet.



Dominic Schüpbach

CAD Plan

