



Diplomarbeit
Hebesystem

Dominik Hess
Dipl. Maschinenbautechniker HF
2020-2023

TEKO Schweizerische Fachschule
6003 Luzern



Abbildung 1: Hebesystem Hubsegment

Management-Summary

Das Ermöglichen einer sicheren Wartung an landwirtschaftlichen Fahrzeugen soll gewährleistet werden. Richtlinien geben in erster Linie das Lastenheft, welches mit dem Auftraggeber erstellt wurde. Ein Konzept wird erstellt, welches das Fertigstellen der Arbeit innerhalb eines gesetzten Zeitraumes ermöglichen sollte.

Folgende Herausforderungen werden angetroffen:

- Mobile Konstruktion
- Sicherheits-Aspekte
- Verwendung für mehrere Fahrzeuge
- Einhalten des Terminplanes

Projektziele:

- Erstellen einer strukturierten Dokumentation, um das Verständnis des Lesers zu erlangen
- Erstellen einer soliden, effizienten Konstruktion
- Leichte Bauweise, welche ein mobiles Verschieben ermöglicht

Lösungsansatz:

Für das Bestehen der Herausforderungen und Erreichen der Ziele wird das Hebesystem in Segmentbauweise erfolgen. Dies ist zugleich eine besondere Errungenschaft, welche viele Vorteile bietet. Diese Bauweise ermöglicht eine leichte und mehrteilige Konstruktion, die zugleich frei positioniert werden kann. Durch die freie Positionswahl können unterschiedliche Fahrzeuge gewartet werden. Zugleich ist es möglich, unter dem Fahrzeug diverse Arbeiten zu erledigen, da die Segmentbauweise eine gute Zugänglichkeit bereitstellt.

Erreichte Ergebnisse:

- Hubhöhe von über 400 mm
- Mobile Konstruktion
- Kann für verschiedene Fahrzeuge verwendet werden
- Heben von Lasten bis zu 1'500 kg
- Sicherheiten wurden eingebaut
- Budget von 6'000 CHF wurde eingehalten

Die vorgeschlagene Lösung bietet ein brauchbares und effizientes Hebesystem für eine mobile Konstruktion.

Die Dokumentation ist eine grosse Hilfe, wenn es darum geht die Überlegungen und gemachten Schritte nachvollziehen zu können. Aus diesem Grund wird sie sehr übersichtlich gestaltet, was das Lesen dieses Dokumentes erleichtert. Verwendet werden unter anderem vor allem Tools, die im Fach «Projektmanagement» behandelt wurden. Durch die Umsetzung der strukturierten Dokumentation und die Implementierung eines soliden Hub-Systems können die technischen Herausforderungen sowie der Terminplan eingehalten werden.

Dies ermöglicht eine reibungslose Durchführung des Projektes und trägt zur erfolgreichen Umsetzung bei.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung Hebesystem.....	5
1.1	Themenbeschreibung.....	5
2	Projektinitialisierung.....	6
2.1	Ausgangslage.....	6
2.2	Rahmenbedingungen.....	7
2.3	Aufgabenstellung.....	7
2.4	Lastenheft.....	8
3	Projektabschluss.....	9
3.1	Reflexion.....	9
3.2	Eigenständigkeits-Erklärung.....	10

1 Einleitung Hebesystem

Um meine Ausbildung zum Techniker im Maschinenbau abzuschliessen, werde ich hier in diesem Format meine Diplomarbeit schreiben, welche den Lehrgang abrundet.

Die grundsätzliche Idee besteht darin, eine Projektarbeit selbstständig zu führen und das über die drei Jahre Gelernte anzuwenden. Da ich mich für die Fachrichtung Maschinenbau entschieden habe ist es klar, dass ich ein Thema wähle, welches im technischen Bereich liegt.

In der Unternehmung, in der ich arbeite, war leider kein Projekt vorhanden, welches für eine Diplomarbeit hätte verwendet werden können. Aus diesem Grund habe ich mich entschieden, auf privater Ebene ein Projekt zu suchen.

Die Suche nach einer geeigneten Diplomarbeit erwies sich schwieriger als erwartet. Es musste ein Projekt her, welches einen Nutzen hat und zusätzlich das Gelernte angewendet werden kann. Schliesslich wurde ich im privaten Bereich fündig und starte ein Projekt, das meiner Familie dient.

Diese Arbeit setzt sich wie folgt zusammen:

Im ersten Teil werden hauptsächlich Gegebenheiten, Organisation und Planung behandelt. So ist ersichtlich, wie das Projekt aufgebaut ist.

Der zweite Teil ist der Hauptteil, welcher aus den Themen «Initialisierung» und «Realisierung» besteht. In diesem Teil nimmt das Projekt langsam Form an und beginnt, sich in eine Richtung zu entwickeln. Gegen Ende des Hauptteils erhebt sich klar eine Lösung von den anderen ab.

Der letzte Teil bildet der Projektabschluss, welcher durch eine Bewertung der Lösung, der Überprüfung der Ziele und mit einem Schlusswort/einer Reflexion abgerundet wird.

1.1 Themenbeschreibung

In folgendem Abschnitt möchte ich einen kurzen Einblick in diese Arbeit gewähren.

In dieser Arbeit geht es um die Entwicklung eines Hebesystems, welches ausschliesslich privaten Zwecken dient. Die primäre Hauptaufgabe besteht darin, ein Oldtimer-Traktor zu heben, um diverse Wartungsarbeiten daran durchzuführen.

Die Lösung wird mit dafür vorgesehenen Methoden evaluiert, um so die bestmögliche Entscheidungsfindung zu gewährleisten und um nicht eigenen Vorstellungen zu starkes Gewicht zu geben.

Um dieses Projekt erfolgreich durchzuführen, sind Kenntnisse von Fächern wie «Statik», «Festigkeitslehre», «Mathematik» und «Projektmanagement» vorausgesetzt. Diese wurden jedoch in der Fachschule TEKO behandelt und geprüft.

2 Projektinitialisierung

2.1 Ausgangslage

Nach drei Jahren Studium an der höheren Fachschule wird als Abschluss eine Diplomarbeit geschrieben. Diese ist nötig, um den Lehrgang erfolgreich abzuschliessen. Die Arbeit darf individuell gewählt werden, sofern sie in den jeweiligen Bereichen des Lehrganges liegt und die Themeneingabe bestätigt wurde.

Da es sich als schwierig erwies, eine geeignete Diplomarbeit im Betrieb zu finden, wird die Diplomarbeit für ein privates Projekt geschrieben.

Die Familie Hess lebt seit Generationen in ländlicher Umgebung. Für den Unterhalt der Umgebung und das Bewerkstelligen diverser Arbeiten, welche für den Tagesbetrieb nötig sind, besitzt sie mehrere landwirtschaftliche Fahrzeuge. Bei diesen Fahrzeugen bedarf es einer regelmässigen Wartung.

Um diese möglichst einfach und sicher durchzuführen, soll ein sicheres und effizientes System entwickelt werden. Primär werden Fahrzeuge wie Traktoren und Oldtimer den Hauptgebrauch des Hebesystems ausmachen.

Um das System auszulegen, wird jedoch das schwerste Fahrzeug als Grundlage dienen. Dies ist ein Oldtimer-Traktor der Marke Bührer:



Abbildung 2: Bührer UM4

2.2 Rahmenbedingungen

Die Bearbeitung der Diplomarbeit richtet sich strikt nach den Richtlinien der TEKO, welche als Leitfaden dienen. Termine und ein Bewertungsraster wurden den Diplomanden ausgehändigt. Die Diplomarbeit wird in regelmässigem Austausch mit dem Diplomlehrer geschrieben. Bei Verzögerungen in der Terminplanung wird der Diplomlehrer informiert und das weitere Vorgehen besprochen.

Folgende Daten begrenzen die Arbeit im zeitlichen Rahmen:

Thema	Datum/Zeit
1. Orientierung Diplomarbeit	KW17/18 2023
2. Themenabgabe	Montag, 19.06.2023, 16:00 Uhr
3. Start Diplomarbeit	Montag, 18.09.2023
4. Abgabe Diplomarbeit	Montag, 13.11.2023, 16:00 Uhr
5. Upload Online-Publikation	7 Tage vor Präsentation
6. Präsentation	Donnerstag, 30.11.2023, 15:45 Uhr
7. Diplomfeier	Freitag, 15.12.2023, 19:00 Uhr

Tabelle 1: Rahmenbedingungen

2.3 Aufgabenstellung

Der folgende Beschrieb dient als Grundlage für die Entwicklung des Konzeptes.

Das System muss in der Lage sein, den Traktor, der ein max. Gewicht von 1'500 kg hat, sicher und zuverlässig anzuheben. Es ist wichtig, dass das System stark genug ist, um das Gewicht des Traktors zu tragen und gleichzeitig stabil zu bleiben. Der primäre Gebrauch ist in der Garage vorgesehen.

Das System wird für Wartungsarbeiten verwendet, welche durch Personen ausgeführt werden. Somit ist die Sicherheit besonders wichtig!

Das System sollte über zuverlässige Sicherheitsvorkehrungen verfügen, um Unfälle zu vermeiden. Der Auftraggeber wünscht sich eine stabile Hebeplattform oder stabile Hebe-Arme, die den Traktor sicher halten.

Der Auftraggeber hat ein bestimmtes Budget für das System festgelegt. Dieses wird bei der Entwicklung berücksichtigt; dabei wird sichergestellt, dass die Kosten für Materialien, Komponenten und Arbeitsstunden im Rahmen des Budgets bleiben.

Da es sich um einen Familienauftrag handelt, werden die Arbeitsstunden zu einem vernachlässigbaren Tarif verrechnet. Diese Aufwände können auch in Form von Verpflegung während der Ausführung honoriert werden.

Der Auftraggeber vertraut darauf, dass bei der Entwicklung des Systems die spezifischen Anforderungen berücksichtigt werden. Der Traktor hat bestimmte Abmessungen und ein festgelegtes Gewicht, daher ist es wichtig, dass das System entsprechend dimensioniert wird.

Um die statische Sicherheit zu gewährleisten, wird das System mittels gelernter Fachkenntnisse rechnerisch überprüft. Der Entwicklungsprozess wird dokumentiert, technische Zusammenstellungen werden erstellt und notwendige Tests, um die Sicherheit und Funktionen zu gewährleisten, durchgeführt.

2.4 Lastenheft

Im Gespräch mit dem Auftraggeber wurde das Lastenheft mit diversen Anforderungen erstellt.

Anforderungstabelle				
Nr.	Bereiche	Beschreibung	Pflicht	Optional
Dimensionen				
1	Breite eingefahren	max. 1'300 mm	x	
2	Länge eingefahren	max. 5'000 mm	x	
3	Höhe eingefahren	max. 430 mm	x	
4	Hub ausgefahren	min. 400 mm	x	
5	Hubgewicht	min. 1'500 kg	x	
Erreichbare Hubpositionen				
6	Erreichbare Positionen (Breite)	1'300 mm – 1'600 mm	x	
7	Erreichbare Positionen (Länge)	1'700 mm – 2'000 mm	x	
Bedienung				
8	Heben/Senken	von Hand oder anderes System	x	
9	Mobiles Verschieben	von Hand	x	
Budget				
10	Finanzen	max. 6'000 CHF	x	
Sicherheit				
11	Sicherheitsvorkehrungen	gegen Senken des Systems	x	
Diverses				
12	Farbe	dunkelgrau		x
13	Im Freien brauchbar	Aufstellen im Freien möglich		x
14	Standort	Garage	x	
Termine				
15	Abgabetermin Diplomarbeit	13.11.2023, 16:00 Uhr	x	

Tabelle 2: Anforderungstabelle

Freigegeben durch den Auftraggeber

(* = 1. Änderung, ** = 2. Änderung usw.)

*Zürich, 26. September 2023

(* Ort wegen Datenschutz geändert)

3 Projektabschluss

3.1 Reflexion

Rückblickend war das Schreiben dieser Arbeit eine lehrreiche Zeit. Der ganze Aufbau, die Gliederung und die Berechnungen haben erneut einen grossen Lerneffekt erzielt.

Wie in so manchen Fällen ist aller Anfang schwierig. Der Start der Arbeit erwies sich als eher mühselig und zog sich ein wenig dahin. Das Aufgleisen und Strukturieren der Arbeit nahm viel Zeit in Anspruch. Meine Erwartungen an die Herangehensweise waren hoch. Das Ziel war stets, die Arbeit wie im Lehrbuch aufzugliedern. So wusste ich zu Beginn noch nicht wie meine Arbeit aussehen wird. Dies bereitete mir vor allem am Anfang viel Kopfzerbrechen. Ich habe mich jeweils gedanklich auf eine Hebebühne eingestellt und wollte dennoch nicht eine Arbeit schreiben über ein auf dem Markt bereits vorhandenes Produkt. Mit der Zeit und den verschiedenen Analysen der Lösungsfindung zeichnete sich langsam eine solide Lösung ab.

Ein weiterer Punkt, der herausfordernd war, bildete der verwendete Werkstoff der Gewindespindel, zu welchem es im Bereich Knickung keine werkstoffspezifischen Faktoren gab. So machte ich mich auf die Suche nach einer Lösung, in der dieser Werkstoff verwendet werden kann. Fündig wurde ich in dem 1'000-seitigen Fachbuch *Roloff/Matek*, welches mir die Johnson-Gleichung offenbarte.

So entstand das System «Hubsegment» und ich muss zugeben, dass ich äusserst überrascht aber durchaus zufrieden bin mit der hervorgekommenen Lösung. Die konzipierte Konstruktion erfüllt die Anforderungen, welche an das Hebesystem gemacht wurden. Die Ziele, die zu Beginn gesetzt wurden, konnten alle erfüllt werden.

3.1.1 Lessons learned

In folgenden Bereichen durften meine Erfahrungen und Kenntnisse erweitert werden:

- Erfahrungen in den Bereichen «Gliederung» und «Strukturierung»
- Kenntnisse im Bereich «Knickkraft» wurden mit Hilfe der Johnson-Parabel ergänzt
- Vertiefung der Herangehensweise von methodischen Lösungsfindungen
- Zusätzliche Erfahrungen im Durchführen und Leiten von Projekten

Ich hoffe und wünsche mir, dass die neu erworbenen Erkenntnisse zu einem späteren Zeitpunkt wieder zum Tragen kommen.

3.2 Eigenständigkeits-Erklärung

Hiermit bestätige ich, Dominik Hess, die vorliegende «Diplomarbeit Hebesystem» selbstständig und ohne unzulässige Hilfeleistungen verfasst zu haben.

Verwendete Quellen und Literatur wurden zitiert und aufgeführt. Die Ideen, welche in dieser Arbeit präsentiert werden, sind ausschliesslich meiner Erfahrung und meinem Gedankengut entsprungen. Unterstützungen, welche gegen ethische oder moralische Bestimmungen verstossen, wurden nicht verwendet oder begutachtet.

Der Konsequenzen bei einer allfälligen Verletzung des Urheberrechts bin ich mir vollkommen bewusst.

Ich bestätige hiermit die Erklärung als wahrheitsgemäss und stehe für eventuelle Fragen zur Verfügung.

Dieses Dokument darf ohne Erlaubnis des Verfassers nicht weitergegeben werden!

* Zürich, 12. November 2023



Dominik Hess