**BÜP**

**Projekt Pflanzenwagen**



**Projektteam:** Janik Wyder  
 Raoul Messerli

**Inhaltsverzeichnis**

[1 Zusammenfassung 4](#_Toc126571469)

[2 Informieren 5](#_Toc126571470)

[2.1 Aufgabenstellung 5](#_Toc126571471)

[2.2 Projektbeschreibung / Funktionsbeschreibung 5](#_Toc126571472)

[2.3 Pflichtenheft 6](#_Toc126571473)

[3 Planen 7](#_Toc126571474)

[3.1 Funktionelle Einflussgrössen 7](#_Toc126571475)

[3.2 Terminplan 7](#_Toc126571476)

[3.3 Prinzipskizze 8](#_Toc126571477)

[3.4 Risiken 8](#_Toc126571478)

[3.5 Konzeptionelle Lösungssuche 9](#_Toc126571479)

[3.5.1 Morphologischer Kasten 9](#_Toc126571480)

[3.5.2 Brainstorming 9](#_Toc126571481)

[3.5.3 Skizzen Lösungsvarianten / Vorteil-Nachteil-Vergleich 10](#_Toc126571482)

[4 Entscheiden 12](#_Toc126571483)

[4.1 Lösungsvarianten bewerten 12](#_Toc126571484)

[4.1.1 Kosten-Nutzen-Analyse 12](#_Toc126571485)

[4.1.2 S-Diagramm 13](#_Toc126571486)

[4.2 Entscheidung für Konzept 13](#_Toc126571487)

[5 Realisieren 14](#_Toc126571488)

[5.1 Konzeptskizze 14](#_Toc126571489)

[5.2 Detailentwurf 14](#_Toc126571490)

[5.3 Berechnungen 15](#_Toc126571491)

[5.3.1 Hebellänge 15](#_Toc126571492)

[5.3.2 Festigkeit Analyse des Hebels 16](#_Toc126571493)

[5.4 Montage- und Betriebsanleitung 17](#_Toc126571494)

[5.4.1 Montageanleitung 17](#_Toc126571495)

[5.4.2 Bedienungsanleitung 17](#_Toc126571496)

[5.5 Ausarbeiten 17](#_Toc126571497)

[6 Kontrollieren 19](#_Toc126571498)

[6.1 Vergleich mit Aufgabenstellung und Pflichtenheft 19](#_Toc126571499)

[6.2 Kalkulation der Kosten 19](#_Toc126571500)

[6.3 Ist- / Sollvergleich Zeitplan 19](#_Toc126571501)

[7 Auswertung 20](#_Toc126571502)

[7.1 Weiteres Vorgehen 20](#_Toc126571503)

[7.2 Schlussbericht 20](#_Toc126571504)

[8 Anhang 21](#_Toc126571505)

[8.1 Aufgabenstellung (Original) 21](#_Toc126571506)

[8.2 Entwürfe, Skizzen, Grafiken, Diagramme, 21](#_Toc126571507)

[8.3 Einzelteilzeichnungen 21](#_Toc126571508)

[8.4 Massblätter Einkaufteile, Normteile 21](#_Toc126571509)

[8.5 Berechnungen 21](#_Toc126571510)

[8.6 Vorschriften, Normen 21](#_Toc126571511)

# Zusammenfassung

Zusammenfassung auf max. einer Seite.

Gegenüberstellung Produkt alt 🡨🡪 Produkt neu

Lösung auf einen Blick

Möglichst mit Bildern (alt und neu) dokumentieren

# Informieren

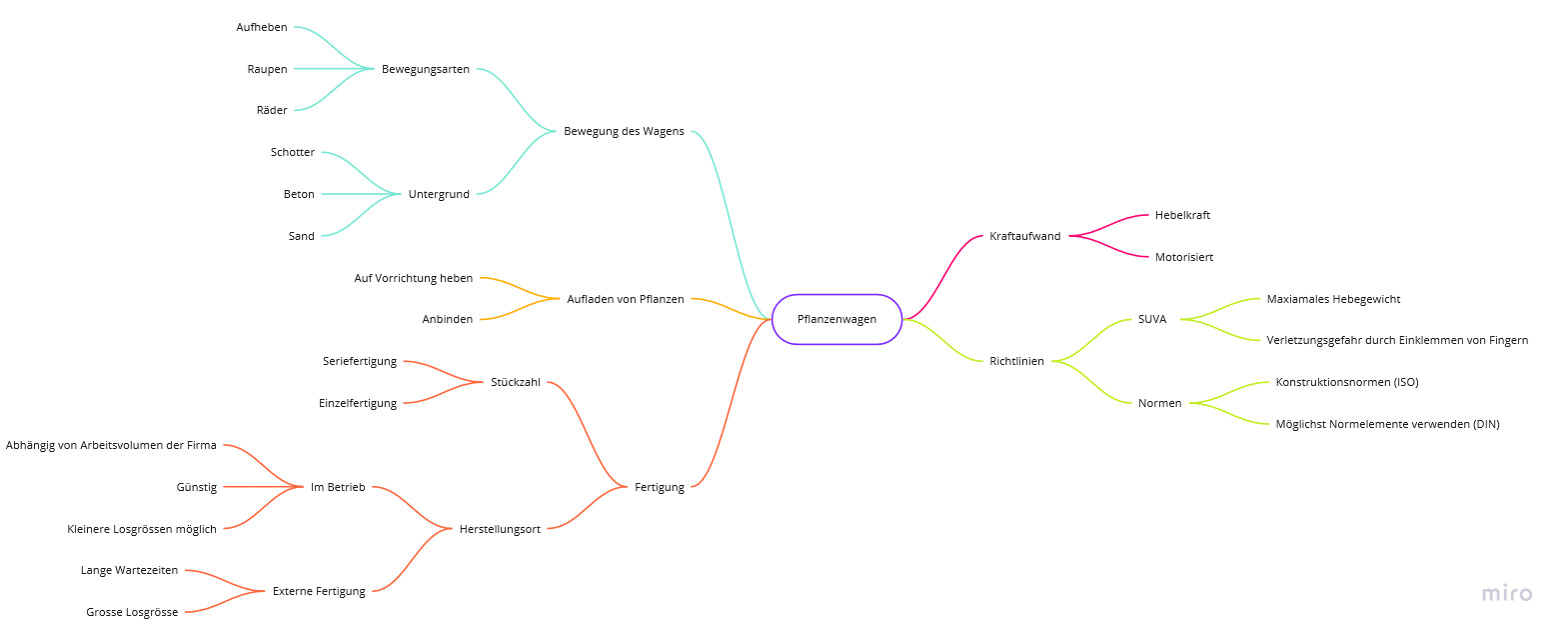
## Aufgabenstellung

Unsere Aufgabe ist es einen Wagen zur Transportation einer Palme zu konstruieren.   
Dafür haben wir in der Schule einige Lektionen Zeit, um eine Lösung zu finden, welche wir dann zuhause im CAD modellieren können.

## Projektbeschreibung / Funktionsbeschreibung

Ein Pflanzenwagen sollte so konstruiert sein, dass man mit möglichsts wenig Aufwand ein grosses Gewicht bewegen kann. Ausserdem sollte der Wagen auf vielen Untergründen funktionieren.

Zudem sollte man darauf achten, dass man sicht mit der Vorrichtung nicht verletzten kann.



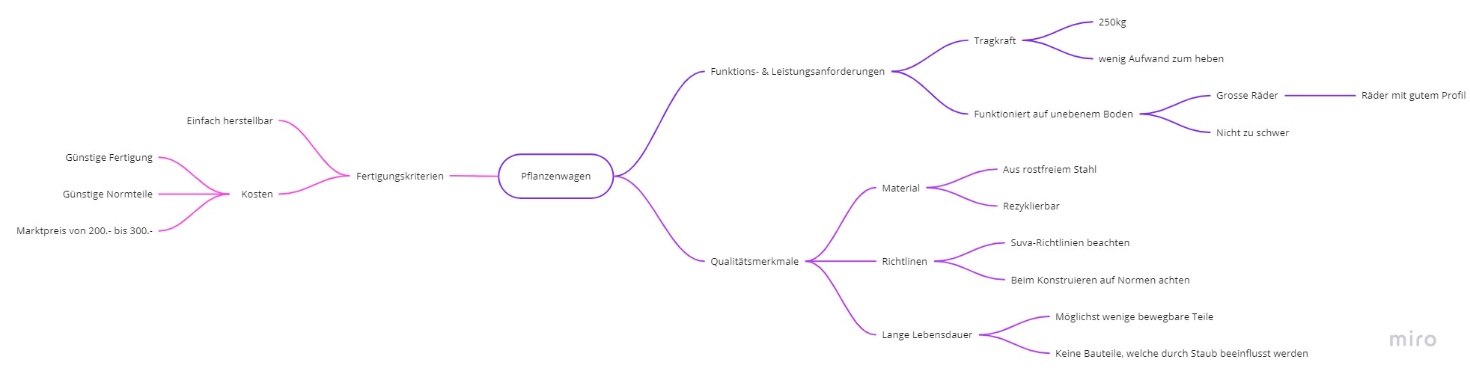
## Pflichtenheft

Mithilfe des Pflichtenheftes fässt man die Aufgabenstellung (oft auch Lastenheft gennant) zusammen. Dadurch kann man schneller erkennen, welche Anforderungen für das jeweilige Projekt am wichtigsten sind.



# Planen

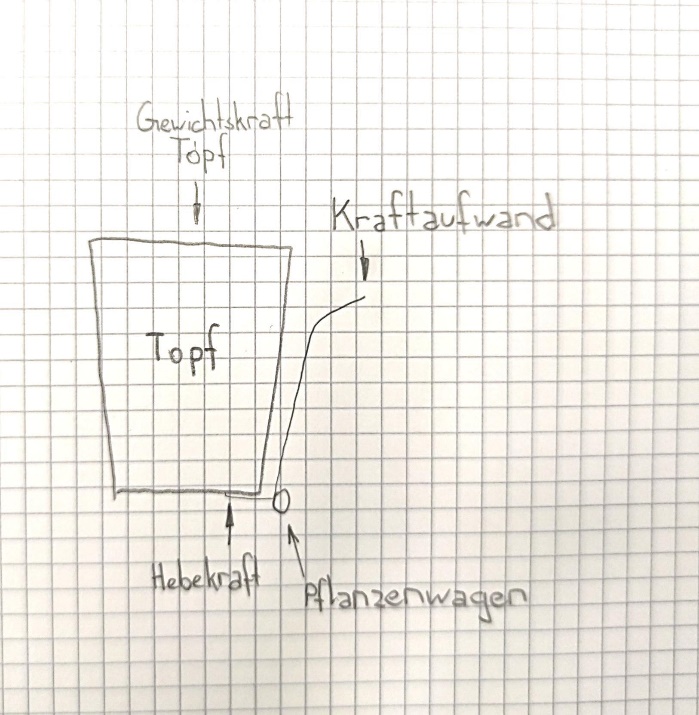
## Funktionelle Einflussgrössen

Mithilfe einer Mindmap haben wir die verschiedenen Einflussgrössen unseres Projektes definiert. Diese zeigen uns während dem Verlauf des Projektes auf was wir besonders achten müssen.

## Terminplan

 In einem Terminplan werden alle Schritte eines Projektes aufgelistet. Mit der Sollzeit wird angegeben in welchem Zeitraum man die verschiedenen Arbeitsschritte erledigen möchte.   
Mit der Istzeit wird eingetragen wie viel Zeit man tatsächlich verwendet hat. Durch diese Auflistung erhält man einen besseren Überblick über den Verlauf des Projekts.

## Prinzipskizze

Eine Prinzipskizze ist ein einfacher Weg eine Aufgabe graphisch zu veranschaulichen.

## Risiken

Am Anfang eines Projekts ist es oft auch hilfreich, wenn man sich überlegt welche Risiken ein Projekt hat. Dadurch kann man während dem Konstruieren darauf achten, das diese Risiken im Endprodukt nicht auftreten.

Beim Projekt Pflanzenwagen haben wir folgende Risiken gefunden:

* Zu teuer
* Schwierige Fertigung
* Vorrichtung ist unpraktisch
* Keine lange Lebensdauer
* Zeitplan kann nicht eingehalten werden

## Konzeptionelle Lösungssuche

Bei diesem Arbeitsschritt geht es darum gute Lösungen für die Aufgabenstellung zu finden.   
Dabei kann man verschiedene Arten der Lösungsfindung verwenden, um verschiedene Lösungen zu erstellen.

### Morphologischer Kasten

Ein morphologischer Kasten ist eine Variante der Lösungsfindung, welche für die meisten Projekte anwenbar ist. Man unterteilt das Hauptproblem (in unserem Fall ein Pflanzenwagen) in kleinere Teilprobleme. Für diese sucht man dann Lösungen, und listet diese auf.   
Diese Teillösungen kann man danach zu verschiedenen Lösungsvarianten zusammenstellen.

Mithilfe dem morphologischen Kasten haben wir unsere ersten drei Lösungsvarianten erstellt.

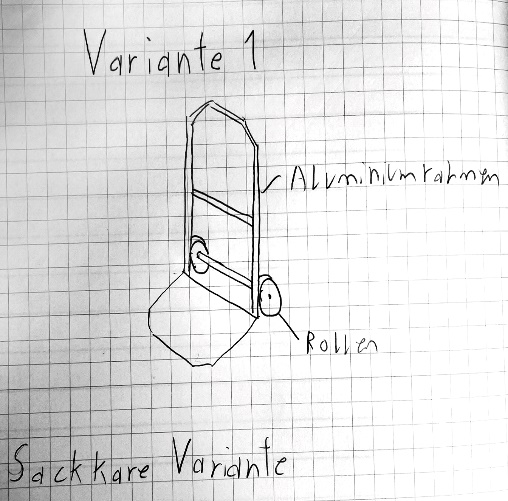


### Brainstorming

Beim Brainstorming überlegt man sicht in einer Gruppe verschiedene Lösungen, und kann mithilfe der Vorschläge der Teammitglieder neue Ideen generieren.

Wir haben mithilfe des Brainstormings unsere vierte Lösungsvariante erstellt.

### Skizzen Lösungsvarianten / Vorteil-Nachteil-Vergleich

Variante 1

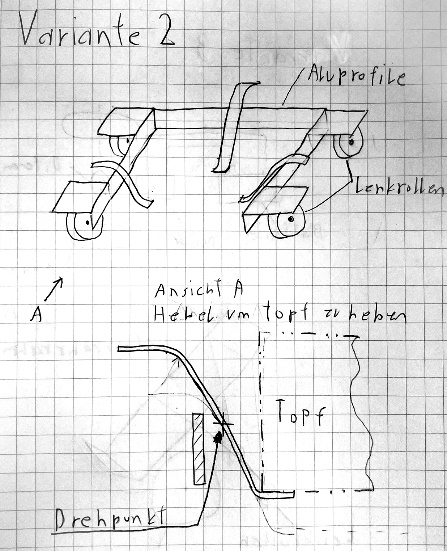
Vorteile

* Kann durch die grossen Räder auf groben Gelände verwendet werden
* Einfacher Aufbau
* Eher günstig da man Sackkarren in vielen Baumärkten kaufen kann.

Nachteile

* Der Sackkaren muss unter die Pflanze geschoben werden

Variante 2

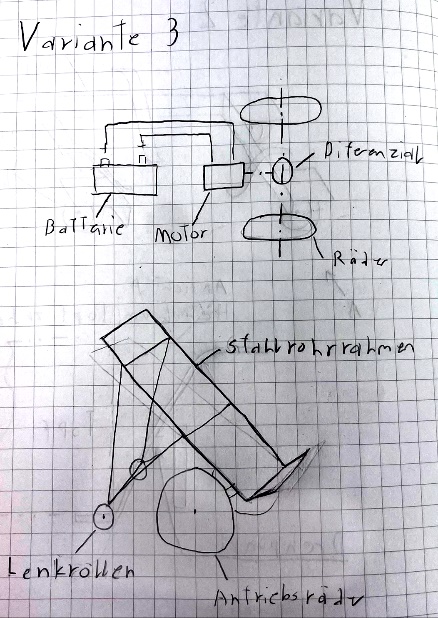
Vorteile

* Pflanze kann ohne merklichen kraftaufwand angehoben werden
* Kann durch die grossen Räder auf groben Gelände verwendet werden
* Wenige Teile, was einen günstigeren Fertigungspreis bedeutet

Nachteile

* Komplexer Aufbau
* Bedienung durch eine Person nicht möglich
* Könnte instabil sein

Variante 3

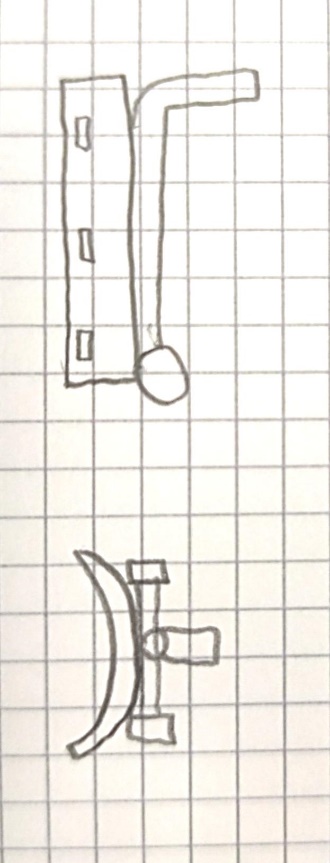
Vorteile

* Kann durch die grossen Räder auf groben Gelände verwendet werden
* Durch den Motor ist der Kraftaufwand sehr niedrig

Nachteile

* Der Sackkaren muss unter die Pflanze geschoben werden
* Sehr komplexer Aufbau
* Da man eine Batterie und einen Motor einbauen muss ist der Preis dieser Lösungsvariante recht hoch

Variante 4

Vorteile

* Einfach zu verwenden
* Sehr hohe Tragkraft
* Von einer Person bedienbar
* Muss nicht unter den Topf geschoben werden

Nachteile

* Benötigt mehr Zeit
* Wegen der vielen Schweissnähte nicht so günstig

# Entscheiden

## Lösungsvarianten bewerten

In diesem Arbeitsschrtitt werden die vorherig generierten Lösungsvarianten bewertet.   
Dadurch findet man dann die Ideallösung, welche man entweder umsetzten oder weiter ausarbeiten kann.

### Kosten-Nutzen-Analyse

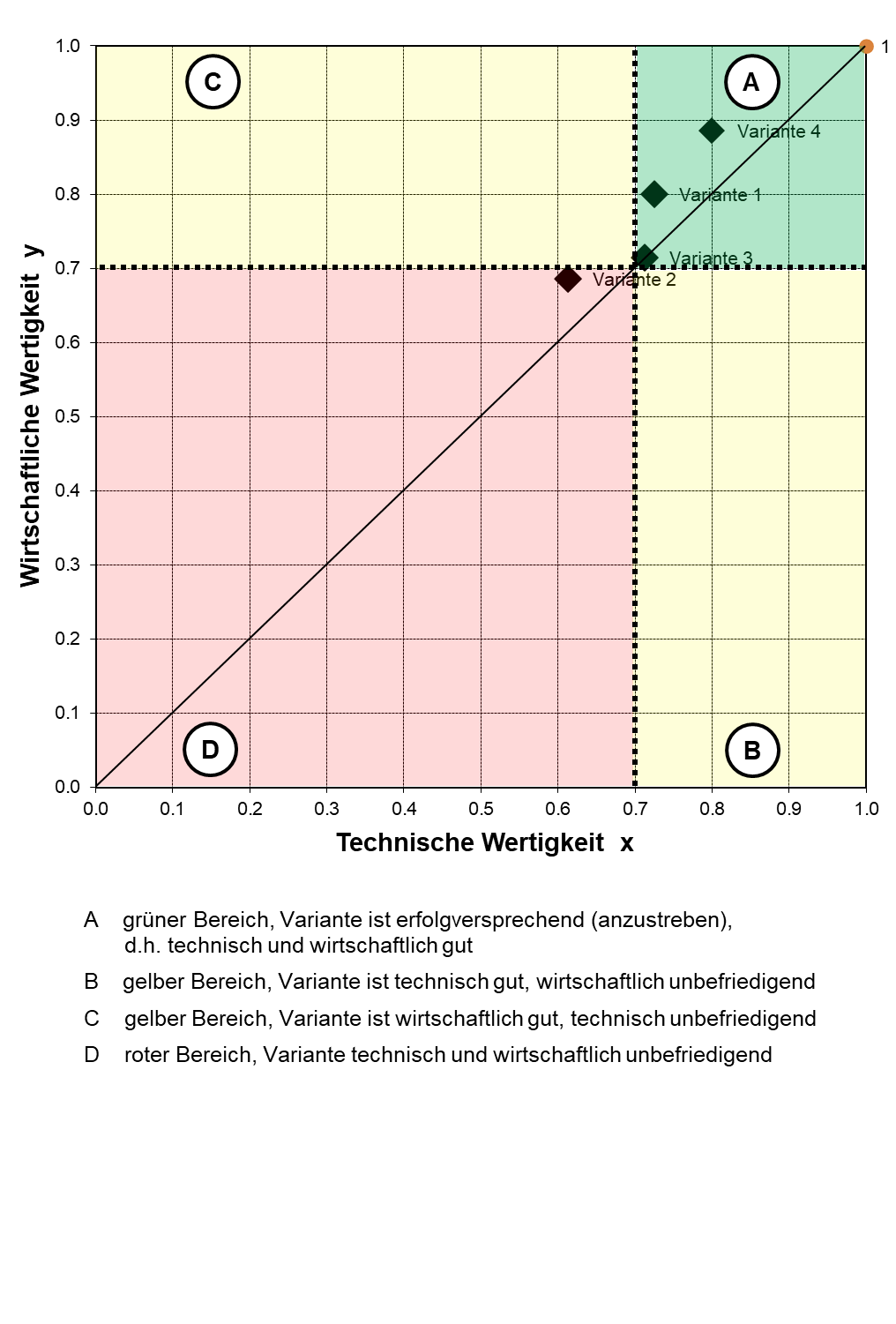
Die verschiedenen Varianten haben wir mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse miteinander verglichen. Bei einer Kosten-Nutzen-Analyse werden die Lösungsvorschläge mit verschiedenen Bewertungskriterien und Gewichtungsfaktoren bewertet. Die Resultate der Analyse haben wir dann in einem S-Diagramm dargestellt. In einem S-Diagramm werden die Punktzahlen von der   
Kosten-Nutzen-Analyse als die X und Y-Achse des Diagramms verwendet. Damit fällt dann jede Lösung in einer der vier Bewertungsbereiche und man kann einfach erkennen, welche Lösung sich am besten eignet.



### S-Diagramm

In einem S-Diagramm werden die Daten aus der Kosten-Nutzen-Analyse grafisch dargestellt.

Dabei wird die Punktzahl aus der wirtschaftlichen Wertigkeit als Y-Achse benutzt und die Punktzahl der technischen Wertigkeit als Wert der X-Achse übernommen.

Dann wird jede Lösungsvariante im Diagramm eingezeichnet und landet dabei in einem der vier Bereichen. Die beste Lösung kann man dann einfach aus dem Diagramm ablesen.

## Entscheidung für Konzept

Wir haben uns für unsere vierte Lösungsvariante entschieden, da diese beim S-Diagramm am besten abgeschnitten hat. Uns sind beim Vor- und Nachteilevergleich auch nicht viele Negativpunkte an dieser Lösungsvariante aufgefallen.

Ausserdem denken wir, dass diese Lösungsvariante den Grossteil der Kriterien aus dem Pflichtenheft erfüllt, und nicht all zu teuer und komplex zum herstellen ist.

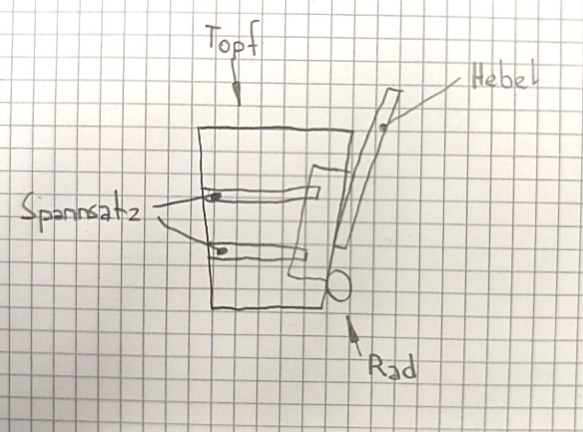
# Realisieren

## Konzeptskizze

Mit einer Konzeptskizze definiert man die vorher ausgewählte Lösungsvariante genauer. Dadurch kann man schwerwiegende Fehler an der Lösungsvariante erkennen, bevor man gross Zeit in diese investiert hat.

Man kann sich bei diesem Arbeitsschritt auch schon mögliche Verbesserungen auf der Skizze markieren, damit diese in den späteren Arbeitsschritten nicht verloren gehen.

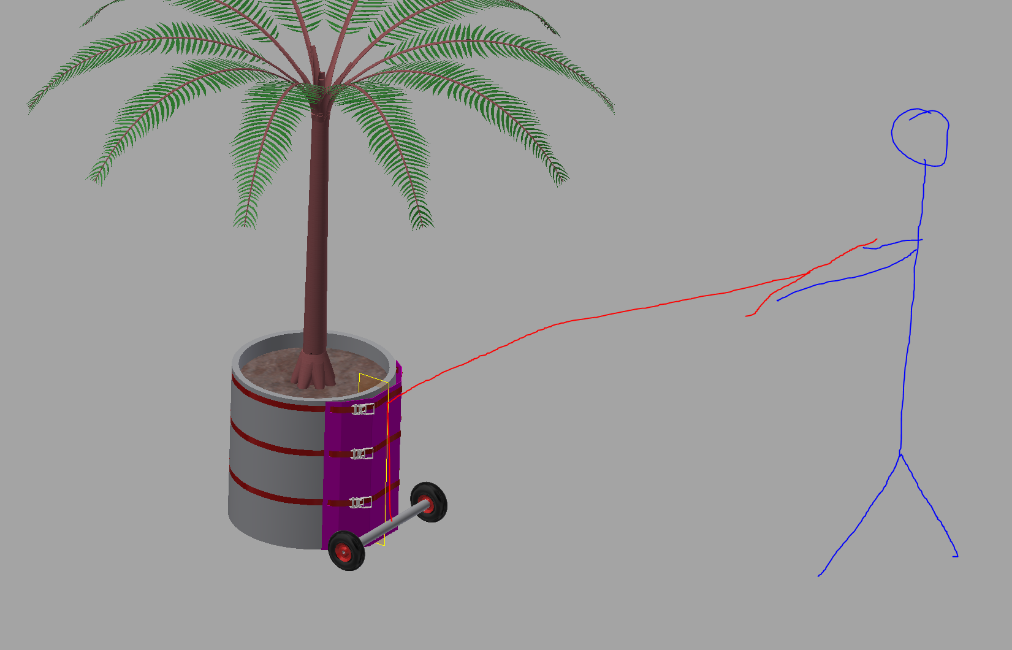
Uns sind bei unserem Konzept diese Verbesserungsmöglichkeiten aufgefallen:



* Den Hebel ergonomischer gestallten
* Schauen wie man die Spannsätze am Pflanzenwagen befestigt
* Wahrscheinlich muss ein Zwischenstück für den Abstand des «Halteblechs» und dem Hebel hergestellt werden

## Detailentwurf

Der Detailentwurf ist der nächste Schritt nach der Prinzipskizze. Diesen kann man entweder im CAD modellieren oder von Hand auf Papier zeichnen.

Da der Detailentwurf idealerweise im Massstab 1:1 (oder proportional) gezeichnet wird kann man darin besser erkennen wie gross die verschiedenen Bauteile der Vorrichtung werden.

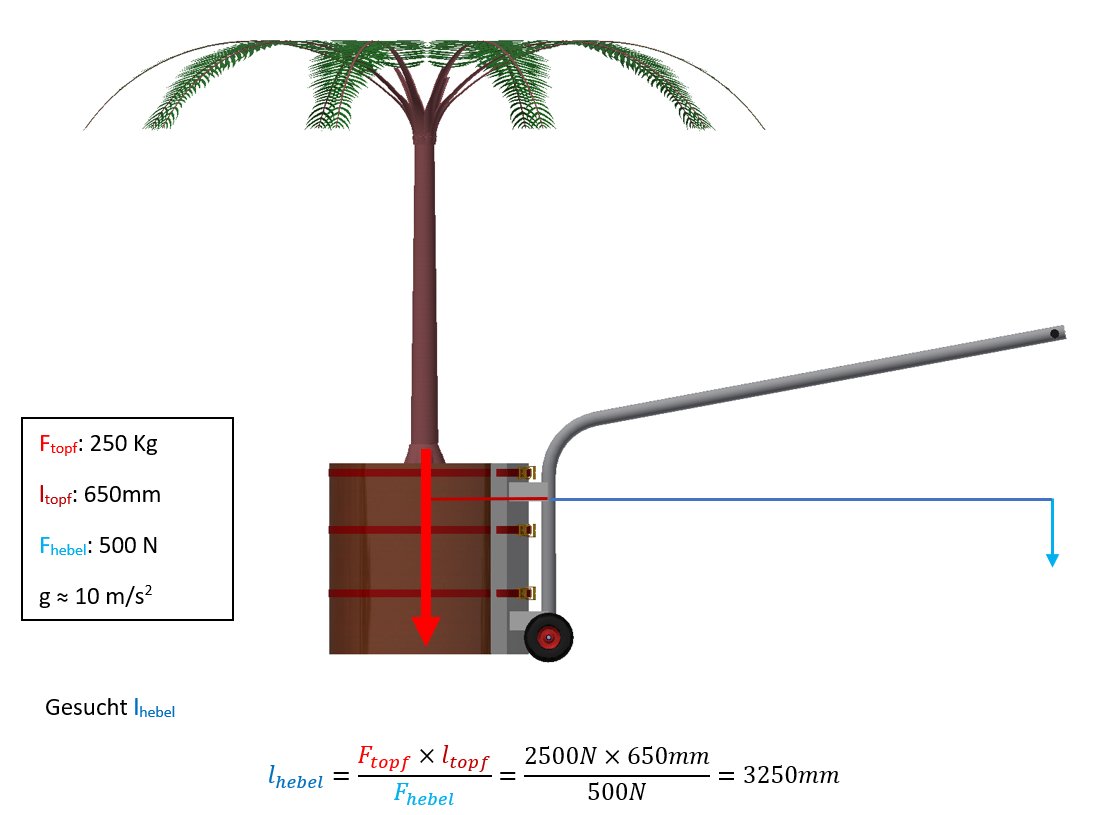
## Berechnungen

In diesem Arbeitsschritt können berechnungen zum Detailentwurf gemacht werden. Dies kann einem dann verraten ob eine Lösung tatsächlich in der Praxis eingesetzt werden kann.

Für unser Projekt mussten wir nur die Länge unseres Hebels ausrechnen.

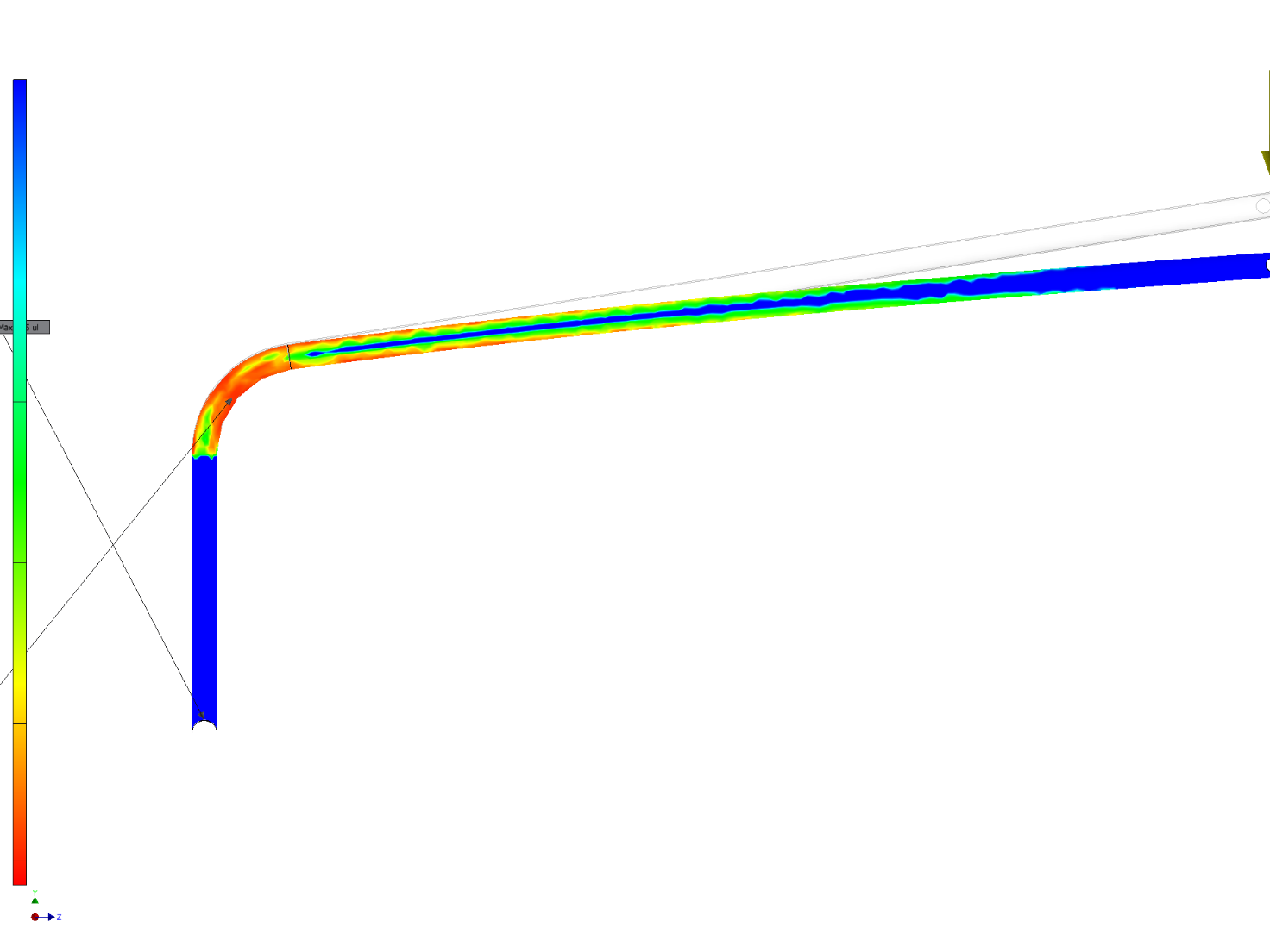
### Hebellänge

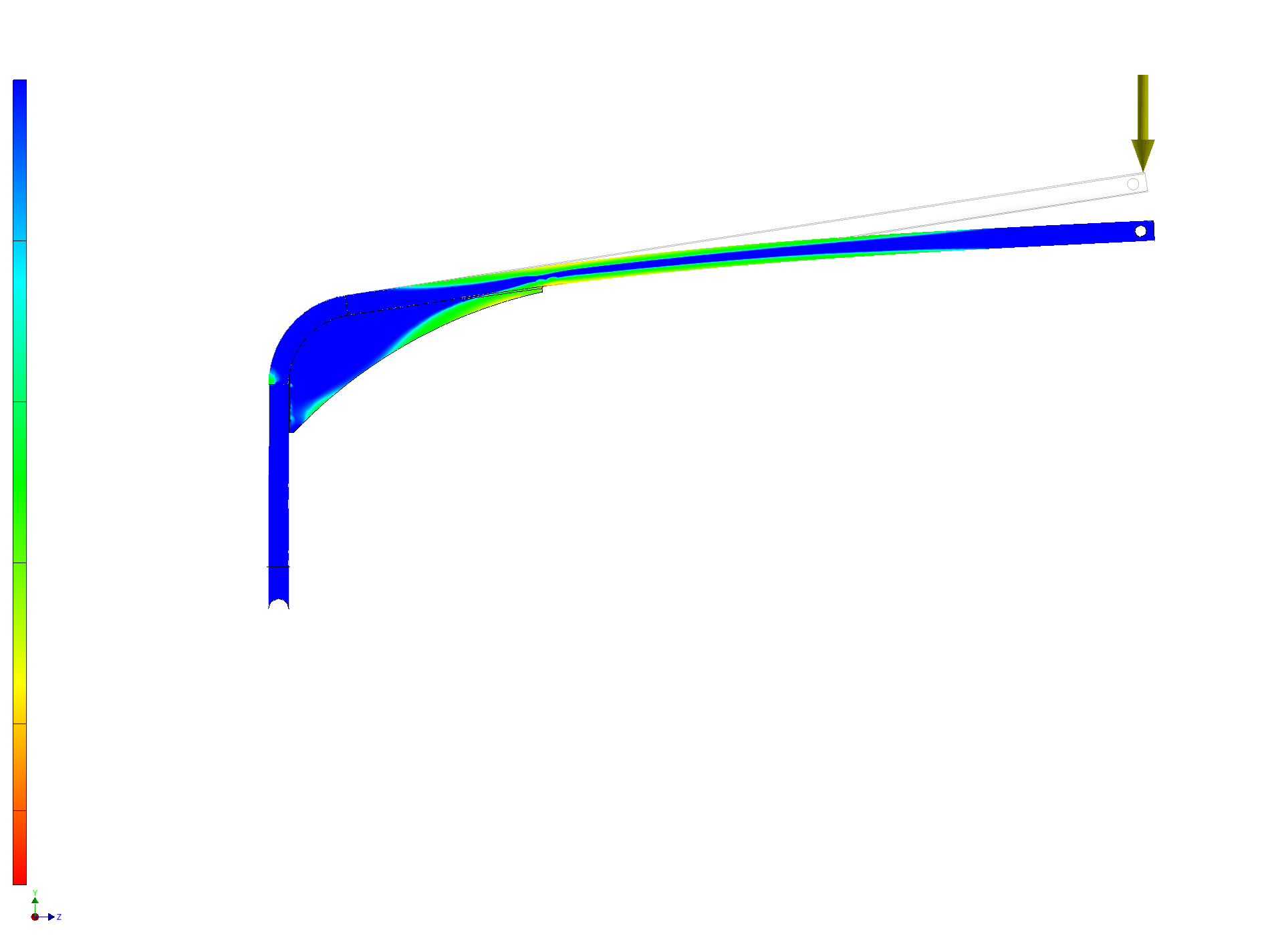
Da wir wissen möchten wie lange wir unseren Hebel konstruieren müssen, haben wir uns dazu entschieden die benötigte Länge mithilfe des Hebelgesetztes auszurechnen.

Da man bei unserer Lösungvariante die Pflanze nicht auschlisslich durch Körperkraft anhept sonder die Pflanze durch unterstützung vom Körpergewicht anhept sind wir nicht von den 23 kg von den SUVA richtlinien ausgegangen sonden haben uns auf 50 kg geinigt, die man maximal auf den Hebel auswirken kann.

## Ausarbeiten

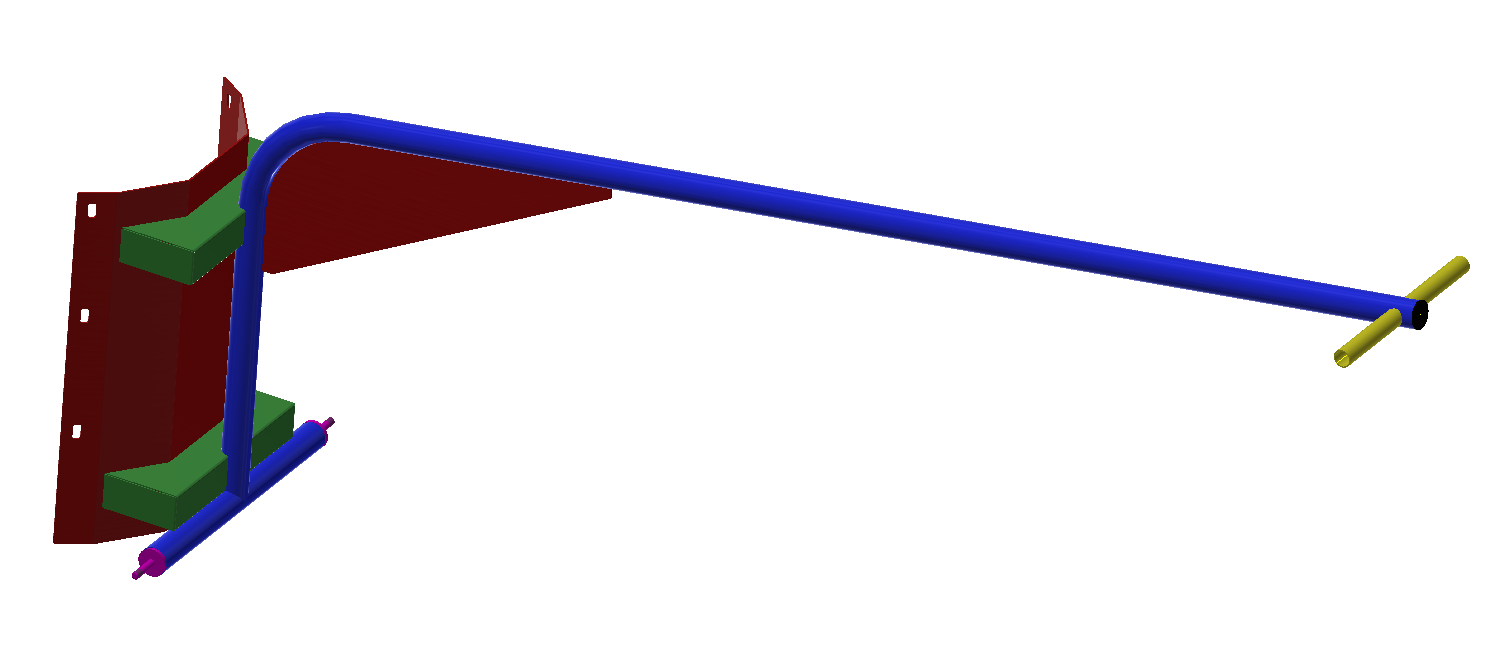
### FEM-Analyse Hebels

Da der Hebel ein essentielles Element der Transportvorrichtung ist habe wir uns noch dazu entschieden bei diesem noch eine Belastungsanalyse durchzuführen.

Das Ergebnis der Belastungsanalyse sieht man im Oberen Bild. Es ist deutlich zu sehen das das Rohr gerade beim Teil mit der Biegung eine sehr hohe Belastung ausgesetzt wird. Entsprechend haben wir und dazu entscheiden noch ein Stützkeil beim Rohr anzubringen.

Das Ergebnis mit dem Stütz keil sah sofort vielversprechender aus. Für diese variante haben wir uns Schluss endlich entschieden.

### Schweissbaugruppe

Um die Herstellung/Montagekosten möglichst tief zu halten haben wir uns dazu entscheiden möglichst wenig schrauben Verbindungen einzusetzen und stad dessen möglichst auf schweiss Verbindungen zu setzen.

Zusätzlich haben wir darauf geschaut möglichst eine geringe teile Variation zu haben.

Entsprechend werden nur fünf verschieden Rohmaterialien benötigt.

Blech 3mm DD11

Blech 5mm DD11

Stahlrohr 21/2’’ S235

Stahlrohr 11/2’’ S235

Stahlrund Ø80 S355J2

Um die Lebensdauer aus dem Pflichtenheft zu gewährleisten wird der Rahmen noch Pulverbeschichtet, damit er auch Witterungsresistent ist.

### Topf Blech Schnittstelle

Dass wir den Topf mit Zurrgurten aufnehmen, haben wir beim Brainstorming entschieden. Nun wollen wir noch der Machbarkeit Beweis erbringen. Da man die spangurte von Hand wohl nicht auf 20000 N Spannkraft spannen kann Benzings weise die spann gurte nicht an ihr Limit bringen wollen Rechnen wir mit 1/3 ihrer maximalen spann kraft 6666.67 N.

-Da der Spanngurt um den Umfang des Topfes spannt haben wir die Kraft Tangential vom Topfabgeleitet entsprechend sind wir auch auf die 35° gekommen

-Die Haftreibung von µ0.35 haben wir aus dem Lehrbuch Klassische Mechanik von Rainer Müller.

-Die Haftreibung von µ0.65 haben von www.spektrum.de/lexikon/physik/

Ein Bild, das Sitz enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Fspanner: 3x 6’666.67 N

µ 0.35 (Stahl / Beton)

µ 0.65 (Gummi / Beton)

α: 35°

Gesucht FR

5’734.06 N

Ein Bild, das Sport enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Gesucht FR

10’648.98 N

Schluss endlich haben wir entscheiden damit man die Spanngurte weniger spanne muss und der Topf nicht zerkratzt wird das wir noch eine Gummimatte an das Blech kleben. Damit steigt die Reibungskraft auf 10’648.98 N was das fier Fache vom geweichtes des Topfes ist.

## Montage- und Betriebsanleitung

### Montageanleitung

Da unsere Vorrichtung aus vielen Schweissteilen besteht wird diese zum grössten Teil vormontiert geliefert. Dadurch gibt es nur die folgenden zwei Montageschritte:

1. Die zwei Räder an der auf die Radnaben anbringen.
2. Die Räder mit den M20-Sicherungsmutter sichern.
3. Beim Griff die Plastik Stopfen Montieren.
4. Die drei Spanngurte durch die Löcher fädeln

### Bedienungsanleitung

Beim Einsatz unserer Vorrichtung muss man folgende Punkte befolgen:

1. Mit dem Wagen an den Pflanzentopf fahren
2. Die drei Spanngurte um den Topf spannen
3. Die Spanngurte kräftig anziehen

Nach diesen Schritten kann die Pflanze problemlos transportiert werden.

**Werkstoffe für alle Bauteile festlegen**

* Werkstoffspezifische Anforderungen (rostfrei …)
* Anforderungen aufgrund des Fertigungsverfahrens
* Anforderungen aufgrund der Belastung

**Geometrische Abmessungen bestimmen**

* Masse bezüglich Form und Herstellbarkeit festlegen
* Masse bezüglich Montage und Demontage festlegen

**Herstellungsangaben festlegen**

Oberflächenbeschaffenheit (auch Beschichtung) in Bezug auf Funktion, Fertigungsverfahren und Werkstoff definieren.

**Dokumente**

* CAD Modelle 🡪 Einzelteil, Baugruppe, ev. Explosionsdarstellung
* Zeichnungen 🡪 Einzelteile, Baugruppe(n), Stückliste(n)
* Massblätter Einkaufteile
* Etc.

**Einzelteilzeichnungen und Massblätter mit Verweis in den Anhang.**

# Kontrollieren

Bei diesem Arbeistschritt wird die bisherige Arbeit kontrolliert und dabei geschaut ob man alle Vorgaben eingehalten hat.

## Vergleich mit Aufgabenstellung und Pflichtenheft

Wir haben unsere Lösungsvariante mit den Anforderungen im Pflichtenheft verglichen.   
Dabei haben wir festgestellt, dass unsere Vorrichtung alle Anforderungen komplett oder zumindest Teilweise erfüllt.

Diese Resultate haben wir dann noch in das Pflichtenheft eingetragen, damit man schnell und einfach erkennen kann, welche Anforderungen erfüllt sind.

## Kalkulation der Kosten

Bei der Kostenberechnung haben wir die Kosten für die Herstellung von einem Stück berechnet.   
Daher sind zum Beispiel die Fertigungskosten der Blechteile etwas höher als bei einer Serie von 100 Stück. Jedoch haben wir es geschaft, dass unsere Vorrichtung weniger als 400.- kostet.

Wenn man nun eine Serie davon fertigen würde könnte man den Herstellungspreis wahrscheinlich noch etwas senken.

## Ist- / Sollvergleich Zeitplan

Wir haben den Zeitplan während diesem Projekt eigentlich recht gut eingehalten.   
An einigen Stellen waren wir sicherlich etwas hinter unserem Plan, diese Verspätung konnten wir jedoch immer wieder aufholen.

Unser Zeitplan und das Arbeitsjournal können im Anhang gefunden werden.

# Auswertung

## Weiteres Vorgehen

Im nächsten Schritt würden wir die Vorrichtung nun fertigen lassen. Dabei kommt es nun auf den Auftragsgeber an, bei wie viel Stück die Losgrösse liegt.   
Je nachdem müsste man gewisse Elemente der Vorrichtung auch noch überarbeiten, damit diese kostengünstiger gefertigt werden können.

## Schlussbericht

Wir beide denken, dass dieses Projekt eigentlich recht gut abgelaufen ist. Wir haben uns im Team recht gut verstanden, und konnten dadurch die Arbeit gut untereinander Aufteilen.  
Ausserdem konnten wir die Vorgaben einhalten und wir hatten während dem gesamten Projekt den zeitplan im Auge und konnten diesen dadurch einigermassen gut einhalten.

Für ein nächstes Projekt würden wir schauen, das wir schneller in die Ideensuche starten können, da wir dort dann etwas zu viel Zeit verschwendet haben.

# Anhang

## Aufgabenstellung (Original)

## Entwürfe, Skizzen, Grafiken, Diagramme,

## Einzelteilzeichnungen

## Massblätter Einkaufteile, Normteile

## Berechnungen

## Vorschriften, Normen