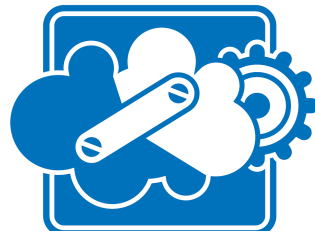


# Staplervergleich



**Mike Keller**

**Yannic Temperli**

**Marcel Steiner**

**17.März 2012**

## **Projekt-Journal für die Klimawerkstatt 2011/12**

Projekttitle: **Staplervergleich**

### **Zusammenfassung:**

Wir haben uns darauf geeinigt, drei Stapler mit verschiedenen Antriebsaggregaten zu vergleichen. Damit die Energie gleich verglichen werden kann, wählten wir Stapler der Marke Yale aus. Alle Gegengewichtsstapler heben 3.5t an. Wir suchten uns dabei relevante Merkmale aus, z.B. Verbrauch, Leistung usw. Unser Projekt basiert auf einem Energieprojekt.

**Wettbewerbs-Kategorie:** Energieprojekt

**Beruf:** Bau- und Landmaschinenmechaniker

**Lehrjahr:**3

**Projekt-Team:** Mike, Yannic und Marcel

**Name der Schule oder des Betriebs:** BBW Winterthur

**Name der Lehrperson oder der Berufsbildnerin/des Berufsbildners:**  
D. de Veer

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorwort.....</b>	<b>4</b>
1.1. Ausgangslage.....	4
1.2. Motivation.....	4
<b>2. Ideensuche / Projektdefinition.....</b>	<b>5</b>
2.1. Methoden und Ideensuche.....	5
2.2. Zielsetzung.....	5
2.3. Umsetzbarkeit.....	5
<b>3. Projektplanung.....</b>	<b>6</b>
3.1. Die wichtigsten Meilensteine	
.....	6
3.2. Detaillierter Aufgabenplan	
.....	6
<b>4. Konkrete Umsetzung.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Berechnungen.....</b>	<b>12</b>
<b>6. Auswertung der Projektarbeit.....</b>	<b>14</b>
6.1. Rückblick.....	14
6.2. Erkenntnisse.....	14
6.3. Perspektiven.....	14
<b>7. Quellenverzeichnis.....</b>	<b>15</b>
7.1. Internetquellen.....	15
7.2. Abbildungsverzeichnis.....	15

## 1. Vorwort

### 1.1. Ausgangslage

In der Schweiz besteht ein grosser Bedarf an elektronischen Geräten wie Fernseher, Radio, Smartphone u.v.m. Diese verbrauchen eine riesige Menge an Energie und an Rohstoffen, die nicht recycelt werden können. Da die Schweiz ein relativ reiches Land ist, haben dementsprechend viele Personen ein Auto. Pro Person haben wir fast zwei Autos. Die Folgen davon sind die hohen CO<sup>2</sup> Werte. Diese Begünstigen den Klimawandel enorm.

Wir, als noch junge Leute, nehmen schon eine wichtige Rolle im Klimawandel ein. Denn wir müssen mit den Konsequenzen leben. Deshalb denken wir, dass sich „unsere“ Generation Gedanken darüber machen sollte, wie wir möglichst effizient gegen den Klimawandel vorgehen können. Wir müssen uns in vielen Hinsichten ändern.

Wir denken, dass wir einen grossen Einfluss auf den Klimawandel nehmen können. Nicht in dem wir einfach „nur“ versuchen Strom zu sparen. Wir müssen bewusster in die Zukunft blicken und uns mit dem Wissen des Klimawandels im Hinterkopf bei Neuanschaffungen mehr Gedanken über die Nachhaltigkeit machen. Das betrifft aber nicht nur uns. Alle auf der Welt müssen sich gleichermaßen beteiligen. Ansonsten hat alles nur eine geringfügige Verbesserung des Klimas zur Folge.

### 1.2. Motivation

Unsere Motivation an diesem Wettbewerb teilzunehmen besteht darin, dass wir mit einem eigenen erarbeiteten Projekt einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Man sieht in den Medien verschiedene Projekte zum Klimaschutz, die mehr oder weniger erfolgreich sein könnten. Dank diesem Wettbewerb hatten wir nun mal die Chance, in einer Gruppe oder als Einzelperson, selbst ein sinnvolles Projekt für den Klimaschutz zu gestalten. Obwohl das Arbeiten in einer Gruppe eine kompliziertere Organisation ist, haben wir sicherlich gemeinsam mehr Erfolg als alleine. Zudem konnten wir unsere Organisationsfähigkeiten testen, was sicherlich auch eine gute Motivierung fürs Projekt ist.

Zuerst waren wir nicht ganz überzeugt von unserem Projekt. Anfangs hatten wir viele Bedenken in Hinsicht auf die Ausgangslage. Fehlende Infos und Angaben der verschiedenen Hersteller waren die Gründe, bis wir darauf gekommen sind, dass ein Teammitglied gute Verbindungen zum Hersteller „Yale“ hat und so zu guten Informationen Zugriff erhielt.

Wir denken, dass unser Projekt, das Vergleichen von Gabelstaplern, helfen kann, den Stapler mit der passenden Motorisierung am rechten Ort einzusetzen. Durch den Einsatz des optimalen Staplers kann CO<sup>2</sup> eingespart werden, was nicht nur dem Klimaschutz zugutekommt. Auch für den Käufer lohnt es sich die Maschinen zu vergleichen. So spart er unnötige Reparatur- und Unterhaltskosten wenn er sich für den richtigen Typ entscheidet.

Deshalb denken wir, dass unser Projekt einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leisten kann.

## **2. Ideensuche / Projektdefinition**

### **2.1. Methoden und Ideensuche**

Als erstes besprachen wir die Projekte auf der Homepage der Klimawerkstatt an. Danach nahmen wir jeweils ein Blatt und schrieben alle möglichen Ideen auf. Jeder gestaltete ein Mindmap zu seinem ausgewählten Thema. Zuletzt haben wir diese drei Mindmaps miteinander verglichen. Wir diskutierten lange, bis wir ein Thema ausgewählt, welches mit unserem Beruf zu tun hat. Wir haben als Projekt den Vergleich der drei Antriebsaggregate für einen Stapler ausgewählt. Verglichen wird ein Elektro-, Diesel-, und Treibgasstapler, welche jeweils 3,5 Tonnen heben können. Dies in Bezug auf die wichtigsten Punkte, wie Kosten, Umweltfreundlichkeit und Produktivität im Betrieb.

### **2.2. Zielsetzung**

#### **Energieprojekt:**

Wir wollen den Werkstattleitern und Firmenchefs mit unserem Vergleich die Entscheidung über den Kauf eines Gegengewichtstaplers vereinfachen. Dazu wollen wir die Werkstattleiter und Firmenchefs für den umweltfreundlichsten, günstigsten und produktivsten Stapler sensibilisieren. Diesen werden wir mit Hilfe der folgenden Berechnungen auswählen. Der ausgewählte Stapler soll in den jeweiligen Betrieb passen und dort möglichst Produktiv eingesetzt werden.

### **2.3. Umsetzbarkeit**

Unser Projekt ist sehr realitätsnah, da man sich diese Frage auch in der Praxis, als Werkstattleiter oder Firmenchef, stellen muss.

Uns kann nur ein „kleiner“ Punkt, einen Strich durch die Rechnung machen, nämlich die Zeit. Wir müssen diese Infos zu den Staplern zuerst vom Hersteller bekommen. Danach müssen wir sie auswerten und die richtigen Schlüsse daraus ziehen.

### 3. Projektplanung

Wir werden die Vor- und Nachteile der ausgewählten Motoren, Servicekosten, Unterhaltskosten, CO<sub>2</sub>-Ausstoss und vieles mehr auflisten. Anhand der Herstellerangaben werden die Stapler untereinander verglichen. Ferner werten wir die Informationen aus und stellen dazu Berechnungen auf.

Die Betriebe von uns drei, insbesondere die Firma von Yannic, unterstützen uns sehr gut mit Informationen der „Yale“ Stapler. Falls wir privat keine Informationen zu den Staplern bekommen wird es über die Firma von Yannic laufen, da sie die Vertretung des Konzerns „Yale“ beziehen.

#### 3.1. Die wichtigsten Meilensteine

Was?	Termin
Wahl des Themas	05.03.2012
Auswahl der Antriebsaggregate	05.03.2012
Vergleich der 3 Stapler inkl. Tabelle	12.03.2012
Auswertung des Vergleichs	14.03.2012
Zusammenstellung aller Infos	15.03.2012
Kontrolle	17.03.2012
Abschluss	18.03.2012

#### 3.2. Detaillierter Aufgabenplan

Was?	Wer?	Bis wann?
Titelblatt	Marcel Steiner	16.03.2012
Inhaltsverzeichnis	Marcel Steiner	12.03.2012
Auswertung	Marcel Steiner	14.03.2012
Ideensuche	Mike Keller	05.03.2012
Quellen	Mike Keller	16.03.2012
Projektplanung	Mike Keller	05.03.2012
Vorwort	Yannic Temperli	16.03.2012
Konkrete Umsetzung	Yannic Temperli	16.03.2012
Berechnung	Yannic Temperli	12.03.2012

#### 4. Konkrete Umsetzung

Als erstes mussten geeignete Stapler gefunden werden. Da in unseren Firmen alle eine andere Staplermarke benutzen, mussten wir uns für eine entscheiden. Die markenabhängigen Unterschiede würden zu grossen Differenzen führen, welche unser Ergebnis verfälscht hätten. Somit entschieden wir uns für die Marke Yale, da sie alle drei Motorisierungsarten für unseren Test anbietet. Auch die grosse Auswahl an Informationen war ein grosser Vorteil für unsere Arbeit.

Als nächstes überlegten wir uns diverse Methoden, wie die Stapler am einfachsten und übersichtlichsten zu vergleichen sind. So entschieden wir uns, eine eigene Tabelle zu kreieren, in der wir die Daten eintragen und vergleichen konnten.

Entstanden ist dabei folgende Matrix:

<b>Gegengewichtsstapler</b>			
	Dieseltapler	Gasstapler	Elektrostapler
Marke	Yale	Yale	Yale
Modell	GDP 35 VX	GLP 35 VX	ERP 35 VL LBW
Antrieb	Dieselmotor	Treibgasmotor	Elektromotor
Leistung (in kW)	48.5	48.5	2 x 10
Zylinder	4 Zylinder	4 Zylinder	-
Hubraum (in ccm)	3319	3319	-
Eigengewicht (in kg)	4751	4754	5225
Durchschnittlicher Verbrauch	4.0 l/h	3.5 kg/h	11.28 kWh/h
Ölmenge (in l/min)	75	75	20-40
Geschwindigkeit	max. 22.7 km/h	max. 22.7 km/h	max. 21 km/h
Tragfähigkeit (in kg)	3500	3500	3500
Wenderadius (in m)	2.38	2.38	2.13
Hubhöhe (in m)	3.05	3.05	3.15
Bereifung	Super Elastik	Super Elastik	Super Elastik
Geräuschpegel (Ø)	79 dB	79 dB	68 dB
Einsatzgebiet	Aussen	Innen	Aussen
Neupreis	73'600.-	74'500.-	56'900.-

Abb. 1: Eigene Tabelle mit Angaben von: <http://www.yalegabelstapler.eu/site/de/products/counterbalanced/4wheel/VL.asp>

Nachdem wir die nötigen Daten für die Tabelle zusammengesucht und eingetragen haben, machten wir uns an die Auswertung. Dabei beachteten wir in nur eine Komponente der jeweiligen Stapler oder teils gleich mehrere zusammen.

### **Allgemeine Infos:**

Es handelt sich bei den Staplern um sogenannte „Gegengewichtstapler“, da sie die zu hebende Last vorne heben und zum Ausgleich hinten ein Gewicht benötigen. Namentlich handelt es sich bei den Modellen um den „GDP 35 VX“ mit Dieselmotor, den „GLP 35 VX“ mit Treibgasantrieb und den Elektrostapler „ERP 35 VL LBW“. In unserem Vergleich haben die Stapler vier Räder. Dies ist bei Stapler mit Verbrennungsmotoren üblich. Wir entschieden uns für eine Hebekraft von max. 3500kg, da wir annahmen, dass mit dieser Gewichtsklasse viele Betriebe arbeiten können und auch schon viele solche Stapler in der Schweiz in Betrieb sind.

### **Antriebsaggregate:**

Die zu vergleichenden Stapler haben entweder einen Diesel, Gas oder Elektromotor und somit verschiedene Leistungen. Der Diesel und der Gasmotor verfügen über mehr Leistung als der Elektromotor, nämlich jeweils 48.5 kW. Der Elektrostapler besitzt dafür zwei Elektromotoren, die je 10kW Leistung haben. Bei den Verbrennungsmotoren handelt es sich um zwei baugleiche Modelle, jedoch von verschiedenen Herstellern. Der Dieselmotor wird von Yanmar geliefert, der Treibgasmotor von Mazda. Die beiden Motoren verfügen über je vier Zylinder mit 3319ccm Hubraum.

### **Verbrauch:**

Da die Motoren unterschiedlichen Treibstoff bzw. Strom haben, ist der durchschnittliche Verbrauch in einer anderen Masseinheit angegeben. Die angegebenen Werte beziehen sich immer auf eine Stunde. Getestet wurden die Stapler vom Hersteller auf einem genormten Zyklus. Dort „arbeiteten“ die Stapler mehrere Stunden. Für unsere Tabelle benutzten wir die Herstellerangaben, da wir nicht alle Stapler zum Fahren und Testen im Betrieb haben. Für eine Stunde Arbeit braucht der Dieselmotor 4l Treibstoff. Der Treibgasstapler braucht in derselben Zeit 3.5kg flüssiges Propangas. Der Elektrostapler hingegen braucht auf eine Stunde 11.28 kWh. Zur Verdeutlichung: Ich nehme an, dass ein Föhn in ca. einer Stunde ein kW verbraucht, dann könnte ich diesen Föhn 11 Stunden mit der Energie, die der Elektrostapler in einer Stunde verbraucht, betreiben.

Am längsten fahren, bis zum Tanken, Befüllen oder Aufladen des Staplers, kann man laut unseren Berechnungen (siehe Pkt. 5.) mit dem Dieselstapler. Nämlich ganze 11 Stunden. Der Treibgasstapler muss fast alle drei Stunden wieder befüllen. Auch der Elektrostapler hinterlässt einen guten Eindruck. Mit einer Batterie kann man fast fünf Stunden arbeiten, bevor sie wieder aufgeladen werden muss.



**Tragkraft / Wenderadius:**

Alle Stapler können gleich schwere Lasten tragen, nämlich 3500kg. Das Eigengewicht des Staplers unterscheidet sich bei allen. Der Schwerste ist der Elektrostapler mit satten 5225kg Eigengewicht. Die schweren Akkumulatoren erhöhen das Gewicht enorm. Die beiden anderen Stapler liegen lediglich 3kg auseinander. Der Dieselstapler wiegt 4751kg und der Treibgasstapler 4754kg.

Der Wenderadius ist bei Staplern ein wichtiges Thema. Es wird sehr viel Wert auf einen kleinen Wenderadius gelegt. Hier hat der Elektrostapler die Nase vorn. Er braucht gerade mal 2.13m um komplett zu wenden, während die anderen, trotz gleichem Chassis, 2.38m brauchen.

**Hubhöhe / Geschwindigkeit**

Die Hubhöhe bezeichnet die Höhe, in der maximal eine Palette entnommen oder eingelagert werden kann. Man nennt diese Höhe auch Gabelhöhe. Hier konnten wir keine grossen Unterschiede feststellen, da sie machen zehn Zentimeter aus, dies zu Gunsten des Elektrostaplers mit 3.15m.

Die Geschwindigkeit spielt bei grossen Hallen und offenem Gelände mit langen Transportwegen eine wichtige Rolle. Auch bei diesem Kriterium gibt es keine grossen Differenzen. Die beiden Stapler mit Verbrennungsmotoren fahren ohne Last 22.7km/h. Der Elektroantrieb erreicht eine Geschwindigkeit von 21km/h.

**Bereifung / Geräuschpegel**

Eine gute Bereifung ist bei den Staplern sehr wichtig. Sie müssen nämlich dem jeweiligen Arbeits-Terrain angepasst werden. Wird die falsche Bereifung ausgewählt, wirkt sich dies deutlich auf den Verbrauch aus.

Wir nahmen für alle Gegengewichtsstapler dieselbe Bereifung an. Unsere Teststapler haben Super-Elastik Reifen, kurz SE. Diese werden vor allem in Hallen eingesetzt. Nebst den SE-Reifen gibt es auch noch die Vollgummireifen und Luftreifen. Beide werden meistens auf dem Aussengelände gebraucht. Da die SE- und Vollgummireifen ohne Luft gefüllt sind, gelten sie als Pannensicher. Dies ist bei einem Luftreifen nicht der Fall. Obwohl sich die Reifen in den letzten Jahren erheblich verbessert haben. Was aber trotzdem für den Luftreifen spricht ist die Tatsache, dass er innen und aussen gebraucht werden kann. Zudem absorbiert er Schläge besser als die harten SE- und Vollgummireifen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Geräuschpegel. Wer möchte schon den ganzen Tag einem riesigen Lärm ausgesetzt sein? Die getesteten Stapler haben alle keine geschlossene Kabine. Mit einer geschlossenen Kabine könnte der Geräuschpegel sicherlich um einige dB gesenkt werden. Auch hier ist das Ergebnis nicht besonders überraschend. Der Elektrostapler mit seinem leisen Motor liegt an der Spitze. Er ist grademal 68 dB laut. Hier ein Beispiel zum Vergleich: Ein durchschnittlicher Rasenmäher ist ca. um die 80 dB (gemäss Suva max. 80 dB). Somit liegt der Geräuschpegel des Elektrostaplers deutlich darunter. Der Verbrennungsmotor von beiden Staplern ist um 11dB lauter. Die Lautstärke beträgt hier 79 dB. Beide Werte sind sicherlich in Ordnung, um täglich acht Stunden mit dem Arbeitsgerät zu fahren.

## **Fazit des Vergleichs**

In der hier folgenden Zusammenfassung werden die wichtigsten Vor- und Nachteile des jeweiligen Staplertyps nochmals aufgezeigt. Zudem haben wir im nächsten Thema noch Berechnungen über die Kosten an Treibstoff und Strom über 500 Betriebsstunden gemacht. Diese Berechnungen beziehen wir natürlich auch in unsere Bewertung mit ein.

### **Zusammenfassung des Gegengewichtsstaplers mit Dieselmotor:**

**Vorteile:** Der Dieselstapler ist sicherlich am besten für viele grosse und kleine Betriebe geeignet. Diesel kann im Betrieb mittels Tank einfach gelagert werden. Der Stapler überzeugt auch durch seine vielfältige Einsetzbarkeit. Er kann im Gebäude, sowie auf dem Aussengelände, gut eingesetzt werden, wobei die Abgase im Innern schädlich sind. Mit der richtigen Bereifung bereitet ihm z.B. beschmutzte Wege und Strassen nicht besonders grosse Mühe. Der Motor hat eine gute Hebeleistung. Seine Geschwindigkeit ist sicherlich für lange Wege ein Vorteil. Mit einem vollen Tank kann er laut unseren Berechnungen fast 11 Stunden arbeiten, ohne einmal nachtanken zu müssen. Dies ist für die Wirtschaftlichkeit des Staplers und des Betriebes gut.

**Nachteile:** Der CO<sup>2</sup> Ausstoss und der Verbrauch sind ein grosser Nachteil. Da der Verbrennungsmotor ein schlechter Wirkungsgrad von, ca. 45% hat, wird ein grosser Teil an Leistung unbrauchbar in Wärme umgewandelt. Die Abgase machen das Arbeiten in kleinen Hallen schwierig. Zwar könnten die Stapler mit Partikelfilter ausgerüstet werden, doch dies ist für viele Betriebe schlicht zu teuer. Ein weiterer Mangel ist der Unterhalt. Da der Dieselstapler viele bewegliche Teile bewirkt, muss ein regelmässiger Service, durch Fachpersonal, ausgeführt werden, was wiederum die Kosten für den Unterhalt steigert.

**Fazit:** Der Dieselstapler ist für einen durchschnittlichen Betrieb der am universellsten einsetzbare Stapler. Es können diverse Arbeiten an unterschiedlichen Orten und Geländen gemacht werden. Der CO<sup>2</sup>- Ausstoss und die Unterhaltskosten sind Nachteile.

### **Zusammenfassung des Gegengewichtsstaplers mit Treibgasmotor:**

**Vorteile.** Die Vorteile sind ähnlich wie bei dem Stapler mit Dieselmotor. Dank eines gut eingestellten Treibgasmotors kann das CO<sup>2</sup> verringert werden. Das Fahrverhalten und die Einsatzmöglichkeiten haben die gleichen Vorteile wie beim Dieselstapler.

**Nachteile:** Der Ankauf und die Lagerung des Gases sind sehr erschwert. Es muss ein spezieller Tank installiert werden, in dem das flüssige Propangas aufbewahrt werden kann. Weiter müssen immer sämtliche Gasflaschen geholt werden, um sie neu zu füllen. Der Aspekt, dass ein Unfall mit den Gasflaschen passieren könnte, ist negativ, da man Gas nicht sieht und hohe Drücke entweichen können. Laut unseren Berechnungen stellen wir fest, dass man eine Flasche mit rund 11kg Inhalt mindesten zwei Mal wechseln muss, um einen Tag arbeiten zu können.

Dieses Problem kann man mit mehreren oder grösseren Flaschen beheben. Auch bei diesem Stapler kommt der hohe Unterhaltspreis als Nachteil hinzu.

Fazit: Der Treibgasstapler ist ebenfalls universell einsetzbar. Er eignet sich eher für grössere Betriebe, da man die Infrastruktur für die Treibstofflagerung haben muss, was teuer in der Anschaffung ist. Deswegen ist der Stapler noch abhängiger als der Dieselstapler. Ansonsten kann man auch mit dieser Maschine an beliebigen Orten sehr gut arbeiten.

### **Zusammenfassung Elektrostapler:**

**Vorteile:** Der Elektrostapler hat den sicherlich grössten Vorteil, da er von Strom angetrieben wird und dadurch kein direkter CO<sup>2</sup>- Ausstoss am Arbeitsplatz stattfindet. Deshalb kann man ihn sehr gut in Lagerhallen und weiteren geschlossenen Räumen einsetzen. Mit der richtigen Bereifung ist das Arbeiten auch draussen möglich. Positiv auf die Unterhaltskosten wirkt sich die Tatsache aus, dass Strom wesentlich billiger zu kaufen ist als Gas oder Diesel. Auch braucht man dazu keine grosse Infrastruktur, sondern lediglich eine passende Steckdose für das Ladegerät. Da der Elektromotor wesentlich weniger bewegliche Teile besitzt welche nach Schmierung verlangen, sind die Unterhaltskosten billiger. Man muss von Zeit zu Zeit die einen oder anderen Komponenten vom Hersteller überprüfen lassen. Dies ist aber sicherlich weniger teuer als alle 500 Stunden einen kompletten Service auszuführen. Der Elektromotor erreicht einen sehr guten Wirkungsgrad. Dies bedeutet weniger Verlust an Leistung durch Reibung und Wärme, welches wiederum der Umwelt zugutekommt. Da er auch bedeutend leiser läuft als ein Verbrennungsmotor, ist das Arbeiten mit dem Elektrostapler angenehmer.

**Nachteile:** Zu den grössten Nachteilen des Elektrostaplers gehört die Batterie. Schenkt man der Batterie nicht die nötige Aufmerksamkeit, kann diese schnell Schaden nehmen. Der Kauf einer neuen Batterie ist eine ziemlich teure Angelegenheit. Arbeitet man den ganzen Tag mit dem Stapler ist es empfehlenswert, eine Austauschbatterie griffbereit zu haben. Somit ist ein schneller Tausch gewährleistet.

**Fazit:** Der Elektrostapler ist sicherlich der umweltfreundlichste Stapler in unserem Test. Er lässt sich am besten in geschlossenen Hallen einsetzen. Für den Einsatz im Freien ist er jedoch auch nutzbar. Er kann in grossen und kleinen Betrieben eingesetzt werden und hinterlässt durch die einfache Aufbauart einen sehr guten Eindruck. Das Aufladen ist sehr einfach und wird automatisch übernommen. Da der Strom noch lange nicht so viel kostet wie Treibgas oder Diesel, denken wir, dass sich ein paar Gedanken über einen Elektrostapler beim nächsten Neukauf sicherlich lohnen würden. Allerdings wird man in Zukunft die Strompreise genau im Auge behalten müssen. Durch die Schliessung der Kernkraftwerke wechseln wir auf erneuerbare Energie, was bestimmt auch höhere Stromkosten verursachen wird.

## 5. Berechnungen

Wir berechneten die Kosten an Treibstoff, Gas und Strom für 500 Betriebsstunden. Dafür haben wir den Durchschnittsverbrauch auf eine Stunde des Herstellers benutzt.

Hier die Rechnungen dazu:

### Dieselstapler:

Dieselpreis: 1.95 CHF/l  
 Verbrauch: 4.0l/h  
 Ein Arbeitstag: 8h  
 500h: 62.5 Arbeitstage

Verbrauch/Tag	=	8 x 4l	=	32l/Tag
Verbrauch/500h	=	32l x 62.5 Tag	=	2000l
Kosten/500h	=	2000l x 1.95CHF	=	<b>3900 CHF</b>

### Treibgasstapler:

Gaspreis(Propan): 3.50 CHF/ kg  
 Verbrauch: 3.5kg/h  
 Ein Arbeitstag: 8h  
 500h: 62.5 Arbeitstage

Verbrauch/Tag	=	8 x 3.5kg	=	28kg/Tag
Verbrauch/500h	=	28kg x 62.5	=	1750kg Gas
Kosten/500h	=	1750kg x 3.50CHF	=	<b>6125 CHF</b>

### Elektrostapler:

Strompreis: 0.2334CHF/kWh  
 Verbrauch: 11.28kWh/h  
 Arbeitstag: 8h  
 500h: 62.5 Arbeitstage

Verbrauch/Tag	=	8 x 11.28kWh	=	90.24kWh
Verbrauch/500h	=	90.24kWh x 62.5	=	5640kWh
Kosten/500h	=	5640kWh x 0.2334	=	<b>1316.37 CHF</b>

Somit sieht man, dass der Elektrostapler mit seinen Stromkosten eindeutig am günstigsten ist. Überraschend finden wir, dass Gas so viel teurer ist als Diesel.

Weiter wollten wir wissen, wie lange man mit einer Tankfüllung resp. Gasflasche oder einer Batterieladung fahren kann.

Die Rechnungen dazu:

### Dieseltapler:

Tankinhalt: 50l  
 Verbrauch: 4l/h  
 Ein Arbeitstag: 8h

Anzahl Stunden mit einem Tank =  $50l : 4l/h$  = 12.5h / 12h 30min  
 Anzahl Arbeitstage =  $12.5h : 8h$  = **1.56 Arbeitstage**

Somit kann man mit einem Tank 12.5 Stunden arbeiten und muss erst spätestens nach einem Tag und viereinhalb Stunden wieder tanken.

### Treibgasstapler:

Flascheninhalt: 11kg  
 Verbrauch: 3.5kg/h  
 Ein Arbeitstag: 8h

Anzahl Stunden mit einer Flasche =  $11kg : 3.5kg/h$  = **3.14h / 3h 8min**

Sichtbar ist, dass mit einer Flasche lediglich drei Stunden und acht Minuten gefahren werden kann. Somit muss ich die Flaschen mindestens zweimal am Tag wechseln, um den Tag beenden zu können. Es gibt die Möglichkeit, dass man mehrere Flaschen auf einem Stapler hat, dann sieht das Resultat anders aus.

### Elektrostapler:

Leistung der Batterie =  $P=U \times I$  = 80V x 700 Ah = 56kWh  
 Verbrauch: 11.28kWh/h  
 Ein Arbeitstag: 8h

Anzahl Stunden mit einer Batterie =  $56kWh : 11.28kWh$  = **4.96h / 4h 57min**

Mit einer geladenen Batterie kann man vier Stunden und 57 Minuten arbeiten, was eine respektable Zeit für einen Elektrostapler ist.

## **6. Auswertung der Projektarbeit**

### **6.1. Rückblick**

Wir haben alle unsere Ziele erreicht und haben einen Favoriten bestimmt. Das Projekt konnten wir ohne grosse Zwischenfälle durchführen und die Informationsbeschaffung war kein Problem. Als Schwierigkeit hat sich wie befürchtet die Zeit herausgestellt, da wir relativ kurzfristig am Projekt Klimawerkstatt mitgemacht haben. Zum Schluss hat aber alles funktioniert und wir sind zufrieden mit unserem Projekt. Durch die Teilnahme an dieser Arbeit konnten wir gute Erfahrungen für unsere Vertiefungsarbeit (VA) im nächsten Jahr sammeln, darum hat es sich für uns gelohnt.

### **6.2. Erkenntnisse**

Durch dieses Projekt haben wir deutlich erkannt, dass die Planung und das Verteilen der Aufgaben das A und O ist. Wenn das Projekt gut geplant ist, kann nicht mehr viel schief gehen. Unser Team hatte zusammen viele Aufgaben. Wir haben bemerkt, dass das Zusammenfügen aller Informationen inklusive Layout gestalten, am meisten Arbeit gab. Darum sollten zukünftig die Infos so schnell wie möglich verarbeitet werden, damit man möglichst viel Zeit für Verbesserungen hat.

### **6.3. Perspektiven**

Man könnte dieses Projekt auf alle möglichen Fahrzeuge und Maschinen übertragen. Denn alle Bereiche haben die gleichen Ziele: Möglichst kostengünstig, produktiv und dennoch umweltfreundlich. Unser Projekt könnte man noch erweitern, indem man verschiedene Staplermarken miteinander vergleicht und so noch die beste Marke für sich persönlich findet. Selbstverständlich kann es auch für den nächsten Staplerkauf als Hilfsmittel dienen.

## 7. Quellenverzeichnis

### 7.1. Internetquellen

www.avesco.ch Schweizer Vertretung für Yale Stapler

[ Datum des Zugriffs: 4.3.2012]

www.google.ch [ Datum des Zugriffs: 27.2.2012]

www.wikipedia.ch [ Datum des Zugriffs: 27.2.2012]

www.yale-gabelstapler.eu [ Datum des Zugriffs: 4.3.2012]

### 7.2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Eigene Tabelle mit Angaben von:

<http://www.yale->

[gabelstapler.eu/site/de/products/counterbalanced/4wheel/default.asp](http://www.yale-gabelstapler.eu/site/de/products/counterbalanced/4wheel/default.asp)

<http://www.yale-gabelstapler.eu/site/de/products/counterbalanced/ice/VX20-35.asp>

[ Datum des Zugriffs: 4.3.2012]