

Upcycled Electro Mobility

powered by

PTS Schwaz



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Der rote Faden - unsere drei Forschungsfragen	
3. Unsere selbst gebauten Elektromotoren	
4. Unsere ganzer Stolz – unser selbst gebautes Elektro-Go-Kart	
5. Ideen für die Mobilität der Zukunft	
6. Erneuerbare Energiequellen für unsere E-Fahrzeuge	
7. Zusammenfassung unserer Forschungsarbeiten - unser Fazit	
8. Präsentation unseres Forschungsprojektes	
9. Literaturverzeichnis	

1. Einleitung:

Im Januar dieses Jahres beschäftigten wir uns im Unterricht mit den Grundlagen der Elektrotechnik. Theorieunterricht zur Funktionsweise von Elektromotoren stand auf dem Programm. Relativ rasch gerieten wir über die interessanten Aspekte von Elektromotoren ins Schwärmen. Besonders die Elektrofahrzeuge der amerikanischen Firma Tesla sorgten mit ihren Vorzügen für Begeisterung. Unser Lehrer Herr Gutmann zeigte uns zu diesem Thema ein Video der chinesischen Firma Ehang. Dort hat eine kleine Gruppe von Technikern in Eigenregie einen elektrisch angetriebenen Quadrokopter – den Ehang 184 - zur Beförderung einer Person entwickelt. Rasch waren wir uns einig, dass diese Konzepte uns nicht nur an Science-Fiction Filme erinnern sondern die Zukunft unserer Mobilität darstellen.

Da die meisten von uns in Stans, Schwaz, Vomp und Terfens und somit direkt neben der Autobahn wohnen, landeten wir natürlich auch rasch beim Thema Luftqualität und dem „Dauerbrenner“ Klimaerwärmung. Nach kurzer Recherche im Internet stellten wir auf der Website des Bundesministeriums (<http://www.umweltbundesamt.at/ueberschreitungen/>) fest, dass es in den vergangenen Jahren in Tirol dutzende Messwertüberschreitungen in den Bereichen Ozon, Stickstoffdioxid und Feinstaub gegeben hat.

Da uns unsere Fachbereichslehrer Herr Kromp und Herr Gutmann schon am Beginn des Schuljahres von dem WKO Projekt „Der kleine Albert – Jugend forscht in der Technik“ erzählt haben, beschlossen wir gemeinsam uns mit dem Thema „Umweltfreundliche Fortbewegungsmittel“ an dem Wettbewerb zu beteiligen.

Jeder hatte die Möglichkeit Vorschläge zu machen. Relativ rasch waren wir uns einig, dass wir gerne selbst ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug bauen würden. Damit unser „Gefährt“ so nachhaltig wie möglich ist, beschlossen wir auch möglichst viele bereits benutzte Bauteile dafür zu verwenden, die sonst vielleicht auf dem Müll landen würden. Letztendlich entschlossen wir uns ein gebrauchtes Go-Kart umzubauen und mit einem E-Motor anzutreiben. In den zahlreichen Diskussionen am Anfang unseres Projektes beschlossen wir das Thema von Grund auf zu erforschen. So begannen wir zunächst mit dem Bau von einfachen, selbst konstruierten Elektromotoren. Als nächstes beschäftigten wir uns mit der Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien. Nachdem die Grundlagen gelegt waren, machten wir uns an den Bau unseres umweltfreundlichen Elektro-Go-Karts, doch dies sollte nicht unser einziges Forschungsprodukt bleiben ...

2. Der rote Faden - unsere drei Forschungsfragen:

Den Inhalt unserer Arbeit kann man somit wie folgt zusammenfassen:

Günstige und umweltfreundliche Mobilität aus Secondhand Produkten für jedermann -

Recycling, umweltfreundliche Fortbewegung und Klimaschutz sind unsere obersten Ziele

Damit wir im Rahmen unserer Forschungsaktivitäten nicht vom Thema abkommen und sich auch ein roter Faden durch unser Projekt zieht, haben wir uns auf drei wesentliche


Forschungsfragen konzentriert. Eine vierte Forschungsfrage wollten wir im Laufe des Projektes unbedingt dazu nehmen:

1. Können wir mit einfachsten Mitteln einen Elektromotor selber bauen?
2. Gelingt es uns mit Secondhand Produkten ein fahrbares, umweltfreundliches Fortbewegungsmittel für eine Person zu bauen?
3. Können wir die benötigte Energie durch regenerative Energieträger selbst bereitstellen?
4. Wie schaut die Mobilität der Zukunft aus? (Anmerkung: Diese Forschungsfrage hat sich eigentlich erst im Laufe des Projektes ergeben)

3. Unsere selbst gebauten Elektromotoren:

Nachdem wir den Aufbau eines Elektromotors im Fach Elektrotechnik besprochen hatten, machten wir uns daran, selbst einfache Modelle von Elektromotoren zu bauen. Am Anfang surfte zunächst alle im Internet und suchten nach Vorschlägen zum Bau eines einfachen Elektromotors. Doch schon nach einiger Zeit entstanden auch eigene Ideen zum Bau einfacher Elektroantriebe und wir legten los:

Nr.	Aufbau/Beschreibung	Anmerkungen	Bild
M1	Dieser Motor ist äußerst einfach zu bauen. Wir haben am Plus- und am Minuspol je eine Büroklammer mit Klebeband befestigt. Auf der Oberseite der 1,5 Volt Batterie haben wir einen Magneten angebracht. Zum Schluss haben wir Kupferdraht ca. 50-mal um eine 1,5 Batterie gewickelt und dann einen Kupferdraht durch die Mitte geschoben. Sobald man den Kupferdraht in die Öffnungen der zurechtgebogenen Klammern legt fließt Strom und der Motor dreht sich.	Die Anleitung zum Bau dieses Motors haben wir aus dem Internet. Wir haben lediglich die Fixierung der Büroklammern geändert. https://www.youtube.com/watch?v=pNYitOcNU-A&nohtml5=False	
M2	Ein einfach zu bauender Elektromotor. Er besteht aus einer 1,5 Volt Batterie, drei Magneten und einem gebogenen Kupferdraht. Legt man den M-förmig gebogenen Draht auf die Spitze der Batterie beginnt er sich zu drehen.	Die Idee für diesen Motor haben wir im Internet gefunden. https://www.youtube.com/watch?v=dSzs5_voQJY	
M3	Der wohl einfachste Motor den wir gebaut haben. Hat man die Bauteile (1,5 Volt Batterie, ein Schraube oder einen Nagel, einen Neodym-Magneten aus dem Baumarkt und einen dünnen Kupferdraht) hergerichtet läuft er in wenigen Sekunden.	Auch diesen Motor haben wir im Internet gefunden und nachgebaut. http://thomaspfeifer.net/homopolar_motor_bauen.htm	

<p>M4</p>	<p>Dieser von uns gebaute Elektromotor besteht hauptsächlich aus gebrauchten Alltagsgegenständen. Die selbst gewickelte Spule ist an einer Stricknadel und zwischen zwei Ferritmagneten befestigt. Die zwei stromdurchflossenen Kupferbleche haben wir auf einer alten Kaugummidose fixiert. Diese ist ebenfalls mittig auf der Stricknadel angebracht. Die Grundplatte besteht aus aufgeklebten Streichholzschachteln und einigen Bierdeckeln. Zwei Wäscheklammern verwenden wir die Halterung für unseren Motor.</p>	<p>Dieser Motor funktioniert am besten. Erhöht man die Spannung so lassen sich mit ihm ordentliche Drehzahlen erzielen.</p>	
<p>M5</p>	<p>Auf den Motor „M5“ sind wir besonders stolz. Michael und Patrick hatten die Idee zu diesem Motoraufbau. Wir haben ihn dann selbst geplant und gebaut. Das Prinzip des Antriebs ist dem Antrieb von Motor M4 sehr ähnlich. Die selbst gewickelte Spule haben wir zwischen die zwei Ferritmagnete eingebaut. Sie sitzt auf einer normalen Legoachse. Die Kupferbleche haben wir auf einer Legofelge montiert. Die Felge haben wir vorher an beiden Enden mit einer Puksäge aufgesägt. Legt man ausreichend Spannung an kann man mit diesem Motor ohne Problem eine Achse mit zwei befestigten legorädern antreiben.</p>	<p>Am Anfang des Jahres haben wir gelernt Legoroboter und passende Sensoren zu programmieren. Daher kam uns die Idee diesen Motor fast rein aus Legoteilen zu bauen. Mit ihm lassen sich recht hohe Drehzahlen erreichen. „Copyright PTS Schwaz“</p>	

Nachdem wir die einzelnen Modelle fertig gestellt hatten, testeten wir sie indem wir unterschiedlich starke Spannungen(Volt) anlegten. Hierzu tauschten wir bei den Modellen M1, M2 und M3 alte Batterien durch neue aus. Hierbei konnten wir beobachten, dass die Drehzahl der Motoren von der Ladung der Batterien abhängig ist. Die Modelle M4 und M5 schlossen wir an einen Spannungswandler an und testeten sie im Spannungsbereich von 1 bis 24 Volt. Auch hier stieg die Drehzahl der Motoren wenn man die Spannung erhöhte. War diese zu niedrig drehten sich die Motoren teilweise gar nicht. Dadurch haben wir gelernt, dass wir für den Antrieb unseres Elektro-Go-Kart Motors die passenden Akkus mit der dazu passenden Spannung ankaufen müssen - eine sehr wichtige Erkenntnis.

4. Unser ganzer Stolz – unser selbst gebautes Elektro-Go-Kart

Parallel zum Bau unserer Elektromotoren machten wir uns an die Planung unseres elektrisch angetriebenen Go-Karts. Auf den bekanntesten Gebraucht- und Flohmarktbörsen wie Willhaben, Shpock oder eBay suchten wir nach gebrauchten Go-Karts. Schnell stellten wir fest, dass die sehr günstigen Kinderkarts für unsere Pläne nicht stabil genug waren. So entschieden wir uns für den Kauf eines gebrauchten Benzin Go-Karts. Wichtig war uns im Sinne der Umweltschonung und Nachhaltigkeit auch, dass wir es möglichst in unserer Umgebung kaufen konnten. Auf willhaben.at wurden wir nach zwei



Fehlversuchen mit Kinder-Karts schließlich fündig und fanden einen Verkäufer aus Seefeld. Er war der nächstgelegene Anbieter und hatte sein Go-Kart schon seit Jahren ungebraucht auf dem Dachboden seiner Scheune zwischengelagert. Andere Anbieter waren zum Teil hunderte von Kilometern entfernt.

Bei der ersten Probefahrt am Basketballplatz unserer Schule bemerkten wir, dass der Motor nur wenig Leistung brachte, ziemlich stank und schnell überhitzte. Der beste Beweis, dass wir mit unserem Umbau auf dem richtigen Weg waren.

Zu Beginn zerlegten wir das Go-Kart komplett und stellten leider noch weitere Mängel fest. Beide Vorderreifen standen schräg und die Lenkung war leicht ausgeschlagen. Neben dem Umbau standen also somit auch Reparaturen an – ganz im Sinne des Recyclinggedankens.



Damit unser Go-Kart auch optisch als umweltfreundliches Fahrzeug erkennbar ist, beschlossen wir die angeschlagene, schwarze Lackierung durch eine neue, grün-weiße zu ersetzen. Erstmals gelang es einer Klasse unserer Schule Lackierpistole und Kompressor erfolgreich einzusetzen. Nach mehrstündigem Probieren hatten wir die richtige Farbverdünnung und den passenden Druck gefunden. Zur Schonung der Umwelt haben wir nur umweltfreundliche Lacke auf Wasserbasis verwendet.



Einen kleinen Rückschlag für unser Projekt stellte der Kauf des Motors dar. Zunächst haben wir uns überlegt wie viel Leistung unser Go-Kart haben sollte. Da die Leistung der Elektromotoren in Kilowatt angegeben wird, haben wir uns die Formel zur Umrechnung in PS herausgesucht ($= \text{kW} \times 1,36$). Dann beschlossen wir, dass unser elektrisch getriebenes Kart mindestens 2 PS haben sollte.

Motiviert machten wir uns alle auf die Suche nach einem gebrauchten Elektromotor mit 24-48 Volt Betriebsspannung und einem dazu passenden Akku. Trotz stundenlanger Suche (sogar auf englischen und amerikanischen Websites) mussten wir feststellen, dass es praktisch keine gebrauchten Motoren und Akkus zu kaufen gibt. Am Anfang waren wir extrem enttäuscht, da unser recyceltes Elektro-Kart ja nur aus gebrauchten Bauteilen bestehen sollte. Unsere Lehrer Herr Kromp und Herr Gutmann haben uns dann aber wieder aufgemuntert. Sie fanden dies sogar positiv. Ihrer Meinung nach zeigte das nur, dass wir halt etwas ganz Neues machen und es am Gebrauchtmart daher noch keine alten Motoren zu

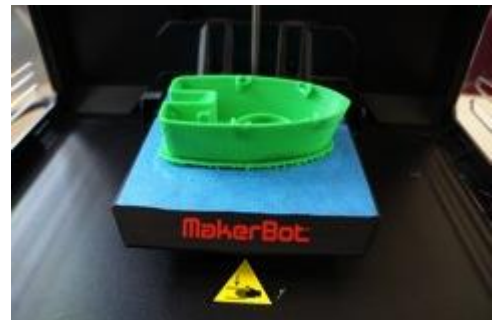
kaufen gibt. So entschieden wir uns zum Kauf eines neuen Motors mit passenden Akkus und einem passenden Steuergerät. Leider war der Kauf dann auch nicht so einfach und wir haben viel Zeit verloren. Die ersten Angebote waren so teuer, dass wir uns diese nicht leisten konnten. Erst nach längerer Zeit entdeckten wir einen österreichischen Online-Händler (www.elektromoped.at) der Motoren für Elektroscooter und das passende Zubehör anzubieten hatte. Da wir nicht wussten ob wir den Motor auch auf unserer Gewindeplatte befestigen können, klärten wir alle Fragen telefonisch ab. Die notwendigen Teile haben wir dann leider erst Anfang April erhalten.

Erste Tests mit unserem 1600 Watt (ca. 2,18 PS) starken Motor sind aber schon gut verlaufen. In den nächsten Tagen machen wir uns dann an den Einbau unseres Motors, des passenden Ritzels, der Akkus und der von uns überholten Bremsanlage. Am 12. Mai werden wir dann unser recyceltes Elektro-Kart in Wattens präsentieren.

5. Ideen für die Mobilität der Zukunft

Während unserer Forschungsarbeiten an unseren selbst gebauten Motoren, den unterschiedlichen Energiequellen und dem Bau unseres Recycling Go-Karts diskutierten wir viel. Die wildesten Ideen wurden entworfen wie Fahrzeuge in Zukunft aussehen werden bzw. gebaut werden. Ein Teil unserer Gruppe sprach irgendwann von billigen Elektrofahrzeugen die man sich selbst zuhause ausdrucken und zusammenbauen kann und mit einem günstigen Elektromotor antreiben kann. Obwohl diese Idee nicht direkt Teil unseres Forschungsprojektes war fanden einige von uns sie unheimlich spannend. Da wir seit kurzem einen 3D-Drucker an unserer Schule haben und unsere Lehrer nichts dagegen hatten, legte ein Teil unserer Gruppe los. Damit auch diese Entwicklungen möglichst umweltfreundlich sind verwendeten wir für die 3D Modelle Filament aus recyceltem Plastik alter Armaturenbretter (<https://3druck.com/tags/recyceltes-filament/>).

Welche Modelle von Fahrzeugen dabei herausgekommen sind und wie wir diese antreiben, möchten wir aber bis zum 12. Mai gerne offen lassen...

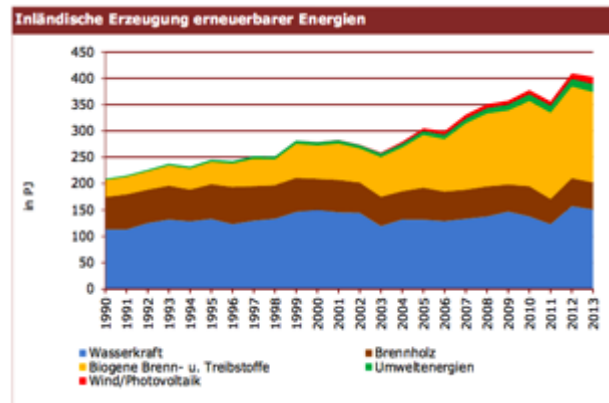


6. Erneuerbare Energiequellen für unsere E-Fahrzeuge

Damit man unser Elektro-Kart auch wirklich als umweltfreundlich und nachhaltig bezeichnen kann, muss es natürlich mit sauberem Strom angetrieben werden. Gleich zu Beginn erstellten wir also eine Liste welche erneuerbaren Energiequellen es überhaupt gibt:

- ✓ Windkraft
- ✓ Wasserkraft
- ✓ Biomasse (z.B: Pellets)
- ✓ Photovoltaik
- ✓ Klär-/Deponiegas
- ✓ Erd-/Solarwärme

In dem „Bericht Energiestatus Österreich 2015“ des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft haben wir auch eine Grafik gefunden wie sich die Anteile der einzelnen Energieformen seit 1990 verteilen. Hier konnten wir lernen, dass die Wasserkraft und Biogene Brenn- und Treibstoffe den größten Anteil liefern. Der Anteil der Umweltenergien und der Wind bzw. Photovoltaik ist dagegen ziemlich klein. Man sieht aber auch, dass beide Arten der Energiegewinnung zulegen.



Relativ rasch stellten wir fest, dass die einzige realistische Möglichkeit eigenen Strom für unser Elektro-Kart zu erhalten eine Photovoltaik Anlage ist. Im Unterricht Fachkunde Elektro hatten wir bereits gelernt wie so eine Anlage aufgebaut ist. Folgende Bauteile sind notwendig:

- ✓ Solarmodul
- ✓ Solarregler
- ✓ Verkabelung
- ✓ Wechselrichter

Da wir an unserer Schule auch mehrere Lego-Photovoltaik Sets haben holten wir uns diese. Wir setzten uns drei Forschungsziele und erstellten Messprotokolle auf denen wir Uhrzeit, Messort, Bedingungen und natürlich Messwerte eingetragen haben: $P=U \cdot I$

1. Wir wollten herausfinden wie viel ein Lego-Photovoltaikpanel Leistung(Watt) liefert.
2. Wir wollten beobachten wie sich die Leistung verändert wenn man den Winkel zur Sonne verändert.
3. Abschließend wollten wir berechnen wie viele Lego-Photovoltaikmodule notwendig sind um unseren Motor mit voller Kraft (1600 Watt) zu betreiben.

Ad 1. Die erste Frage war rasch beantwortet da die Digitalanzeige sowohl die Spannungswerte(Volt) als auch die Stromstärke(Ampere) und die Leistung(Watt) anzeigt. Der Maximalwert der Gruppe die im Freien mit Sonnenbestrahlung gemessen hat, betrug 0,522 Watt pro Modul mit einer Fläche von je 61,2 cm².

Ad 2. Zur Beantwortung der zweiten Frage bauten wir unsere Grundgestelle aus Lego und befestigten darauf unsere Module. Eine Gruppe hat ihr Panel mit einem 500 Watt Strahler angestrahlt und den Anstrahlwinkel um jeweils fünf Grad verändert. Die Maximalleistung betrug laut Anzeige 0,07 Watt. Das war ziemlich wenig. Wenn man den Abstand auf ca. 20 cm verringerte verdoppelte sich die Spannung. Das kann man aber nur kurz machen, da sonst das Plastik des Moduls zu schmelzen beginnt. Die Erkenntnis war aber klar: Je näher man an die

Grad	Volt	Ampere	Watt
65°	2,6	0,022	0,056
60°	2,8	0,025	0,070
55°	2,5	0,020	0,050
50°	2,2	0,013	0,028
45°	2,1	0,008	0,017
40°	1,8	0,006	0,011
35°	1,5	0,0016	0,0025

Messprotokoll erstellt von: Marco und Stefan
 Bestrahlung mit 500 Watt Strahler
 Abstand zum Strahler zirka 60 cm
Maximale Leistung

Lichtquelle kommt umso stärker sind die Werte für Spannung, Stromstärke und die Leistung.

Die anderen Gruppen führten ihre Messungen zwischen 14:00 Uhr und 14:10 Uhr im Freien durch. Die Sonne schien und es war keine Wolke am Himmel. Die Maximalleistung betrug bei einem Winkel von 40 Grad 0,522 Watt. Die Spannung betrug 5,4 Volt. Wir haben also gelernt, dass die Leistung die das Panel im Freien erzielt, deutlich höher war als vor unserem 500 Watt Strahler.

Grad	Volt	Ampere	Watt
49°	4,8	0,080	0,488
46°	5,0	0,084	0,492
43°	5,1	0,087	0,499
Max 40	5,4	0,101	0,522
37°	5,2	0,099	0,514
34°	5,0	0,095	0,508
31°	4,8	0,093	0,502
Messprotokoll erstellt von: Fabian und David Messung im Freien Uhrzeit: 14:00 -14:10 Maximale Leistung			

Ad 3. Zum Schluss wollten wir noch wissen wie viele Lego Photovoltaikmodule nötig wären um aus unserem Motor „live“ 1600 Watt Leistung heraus zu bekommen.

Schritt 1: Ein Modul misst 6 cm x 10,2 cm = 61,2 cm² – die maximale Leistung beträgt laut Messung 0,522 Watt.

Schritt 2: Die 1600 Watt müssen wir also durch die 0,522 Watt pro Modul dividieren.

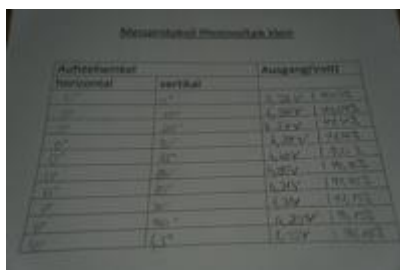
$$1600W/0,522W = 3065,14$$

Das bedeutet wir bräuchten 3065 Lego-Module um die Maximalleistung zu erhalten.

Schritt 3: Da ein Modul eine Fläche von 61,2 cm² hat haben 3065 Module ein Fläche von 187.578 cm². Zur Umrechnung von Quadratzentimeter auf Quadratmeter muss man das Komma um vier Stellen verschieben. Das ergibt eine Fläche von 18,76 m².

Sofort war uns klar, dass wir diese Fläche unmöglich mit Lego Modulen abdecken können. Somit entschieden wir uns zum Bau einer Solarladestation. Die Firma Siko Solar in Jenbach stellte uns netterweise ein gebrauchtes Solarmodul und einen alten Laderegler zur Verfügung. Damit erfüllen wir auch in diesem Bereich den Recyclinggedanken.

Die ersten Tests zum Laden unserer Batterien waren bereits erfolgreich. Im Moment arbeiten wir noch an einer Halterung für unsere Photovoltaik Ladestation.



7. Zusammenfassung unserer Forschungsarbeiten - unser Fazit

Die Umsetzung unseres Projektes hat uns allen extrem viel Spaß gemacht. Sie war aber auch extrem zeitintensiv und einzelne Details möchten wir bis zum 12. Mai noch verbessern. Besonders stolz sind wir darauf, dass es uns wirklich gelungen ist das gebrauchte Benzin-Kart in ein cooles, größtenteils recyceltes Elektro-Kart umzubauen. Sehr stolz sind wir auch auf unsere selbst gebaute Photovoltaik Ladestation die unsere Akkus in wenigen Stunden auflädt. Somit ist es uns auch gelungen die notwendige Energie aus einem regenerativen Energieträger zu gewinnen.

Neben den technischen Arbeiten haben wir aber auch in unseren Versuchen extrem viel gelernt. Einerseits war es kein Problem einfache Elektromotoren selbst zu bauen. Andererseits haben wir erkannt, dass für den Bau eines leistungsstarken Motors viel Präzision und äußerst hochwertige Bauteile notwendig sind. Während unserer Versuche mit den Solarpanelen haben wir gelernt wie wichtig eine möglichst ideale Ausrichtung zur Sonne ist um ein Maximum an Energie gewinnen zu können.

Nebenbei haben wir viel über erneuerbare Energieformen erfahren, gelernt eine ordentliche Lackierung mit unserer Lackierpistole zu machen, haben unsere Homepage selber erstellt, die Videos geschnitten, einiges über das Zeichenprogramm Google SketchUp erfahren, gelernt genaue Protokolle zu erstellen, unseren 3D Drucker zum „Glühen“ gebracht und einiges mehr.

Abschließend hoffen wir, dass die vielen Messwertüberschreitungen und die schlechte Luftqualität in Tirol bald der Vergangenheit angehören. Wir sind jedenfalls bereit für umweltfreundliche Fortbewegung, gebaut aus recycelten Materialien und betrieben mit erneuerbarer Energie. Ja wir haben sie sogar selbst gebaut und wir haben auch noch weitere Ideen für eine umweltschonende und nachhaltige Zukunft ...



8. Präsentation unseres Forschungsprojektes

Weitere Informationen, Bilder und Kurzvideos haben wir auf unserer selbst gestalteten Homepage festgehalten. Sie wird bis zum 12. Mai laufend aktualisiert. Einfach den untenstehenden Link anklicken und schon geht es los:

www.upcycledelectromobility.jimdo.com

9. Literaturverzeichnis

www.umweltbundesamt.at/ueberschreitungen

www.youtube.com/watch?v=pNYjtOcNU-A&nohtml5=False

www.youtube.com/watch?v=dSzs5_voQJY

http://thomaspfeifer.net/homopolar_motor_bauen.htm

<https://3druck.com/tags/recyceltes-filament/>