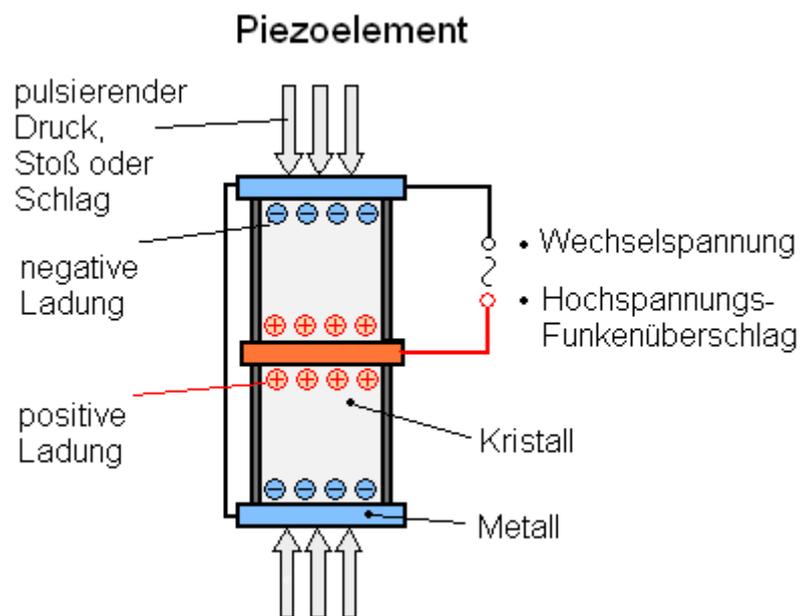


2017

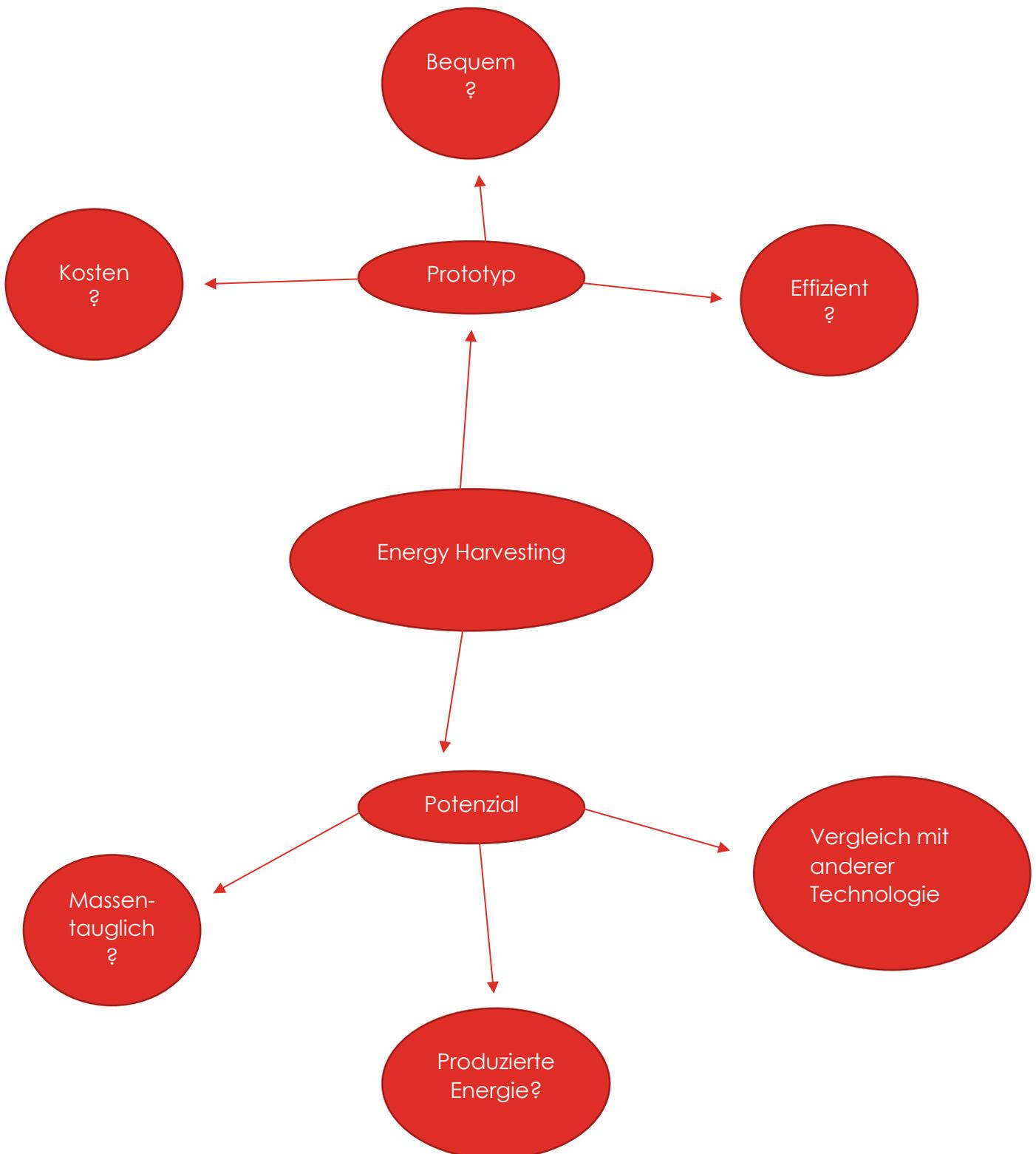
# Energy Harvesting



# Inhaltsverzeichnis

1. Mindmap .....	2
2. Einleitung .....	3
3. Zielformulierung .....	4
4. Grobplanung .....	5
5. Energy Harvesting .....	6
5.1 Begriffserklärung: .....	6
5.2 Piezoelektrischer Effekt .....	6
5.3 Eigentlicher Aufbau des Versuches:.....	7
5.4 Energieerzeugung.....	9
5.5 Potenzial und Verbesserung Möglichkeiten.....	9
6. Schlusswort .....	10
7. Schlusserklärung .....	11
8. Arbeitsjournal .....	11

# 1. Mindmap

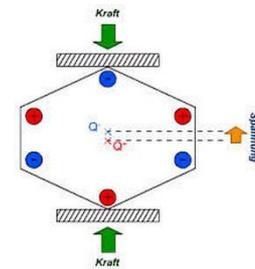


## 2. Einleitung

Wir haben uns für dieses Projekt gemacht weil, wir von Anfang an wussten dass wir ein Innovationsprojekt machen wollen. Wir mussten lange darüber nachdenken wie genau, dass wir ein Thema finden, dass sowohl ins Klassenthema passt und auch realisierbar ist. Dann kam uns die Idee als unser Lehrer etwas über einen Fussballplatz in Brasilien erzählte auf dem, Energie erzeugt wird indem die Kinder darauf Fussball spielen.

Wir lassen den Erwähnten Zeitungsbericht durch und fanden dort die Worte: «Piezoelektrischer Effekt». Dann kam uns in den Sinn das wir diese Worte aus dem Fachunterricht kennen. Es bedeutet das mithilfe eines Piezokristalles Spannung erzeugt wird, wenn man diesen mit mechanischem Druck belastet. Danach kam uns die einfache Idee: Wieso nicht Energie Produzieren mit mechanischem Druck der sowieso immer und bei fast allen Leuten immer da ist, nämlich der Druck der auf einem Schuh entsteht, wenn man geht. Jeder macht es und das auch fast jeden Tag. Es passte auch genau in unser Klassenthema.

Wir denken auch das wir wenn die Technologie noch etwas ausgebaut wird und verbessert dann könnte es sogar etwas in unserer Gesellschaft bewirken. Denn wenn jeder solche Schuhe tragen würde dann könnte man vielleicht etwas erreichen und grössere Mengen Energie produzieren.



### Das Interesse:

Das Interesse dieser Mini VA sollte ganz klar auf der Innovation und vielleicht auch etwas auf der Revolution des Energiemarktes liegen, obwohl dies wohl kaum möglich sein werden kann.

### Der Schwerpunkt:

Der Schwerpunkt dieser Mini VA sollte auf der Entwicklung eines Prototyps liegen. Diese bauen wir durch die unsere Fachkenntnisse im Bereich Elektronik und Elektrotechnik. Der Aufbau sollte simpel sein aber aufzeigen wie effizient oder auch ineffizient dieser Prototyp ist.

### Ergebnisse und erhoffte Antworten:

Wir erwarten, dass man mit dem Prototyp etwas Energie produzieren kann aber wir denken das wir nicht wirklich viel Energie erzeugen können und somit auch nicht wirklich, dass wir viel bewirken können. Auch wenn es sehr schön wäre, wenn wir so die Welt etwas besser machen könnten aber wie schon erwähnt dies wäre auch bei besseren Resultaten als erwartet schwer, weil es würde immer noch viel Entwicklung und Forschung brauchen bis man diese Technologie wirklich als ernstzunehmende Energieerzeugungsform benutzen kann.

Direkt übernommen	Kaum bearbeitet	Stark bearbeitet	Selbst erstellt
Bild 1: <a href="http://mint.studieren-mit-meerwert.de/2015/03/piezo-effekt/">http://mint.studieren-mit-meerwert.de/2015/03/piezo-effekt/</a>			

# 3. Zielformulierung

## Ziel 1:

Wir wollen die mechanische Energie die beim Gehen entsteht durch einen Piezokristall in elektrische Energie umwandeln. Dazu berechnen und bestellen wir das notwendige Material, Bauen denn Versuch ausserhalb des Schuhs auf, planen den Einbau in den Schuh und führen diesen durch.

Wir dokumentieren das Vorgehen in einem Ablauf, erklären unsere Planung, dokumentieren den Einbau mit Bildern und kommentieren das Ergebnis.

## Ziel 2:

Wir wollen messen, wie viel Energie wir pro Schritt produzieren und dies auf einen Tag hochzurechnen und auf eine noch unbestimmte Anzahl an Personen, um so das Potenzial zu errechnen. Dazu bringen wir ein Messgerät an, machen verschiedene Tests und errechnen das Potential.

Wir beschreiben das Vorgehen, dokumentieren tabellarisch die Resultate, errechnen das Potential und erörtern die Sinnhaftigkeit für einen verbreiteten Einsatz.

# 4. Grobplanung

Woche	Arbeitsschritte	Verantwortung	Bemerkung
W. 7	Material für Versuche bestellen.	Dominik	
	Grundlayout des Dossiers erstellen	Dario	
	Titelseite gestalten	Dario	
W. 8	Material kontrollieren	Dario	
	Grobplanung formulieren	Dario	
	Schema aufsetzen	Dominik	
	Mindmap erstellen und schreiben der Einleitung	Dario	
W. 9	Versuch aufbauen und Fotodokumentation	Dominik	Versuch aufgebaut, erzeugt wie geplant Spannung, wird aber noch optimiert
	Besprechung Resultate Versuch	Dario, Dominik	
W. 10	Einbau des Versuches in den Schuh	Dario, Dominik	
	Berechnung der Energie Erzeugung	Dominik	
	Schriftliche Arbeit am Hauptteil	Dario	
W. 11	Schreiben der Schlusserklärung und Schlussworts	Dominik	
	Schreiben des Arbeitsjournals	Dario	
W.12	Abgabe der Mini VA	Dario, Dominik	

# 5. Energy Harvesting

## 5.1 Begriffserklärung:

Zum Beginn unserer Arbeit wollen wir gerade einmal den Namen unserer Arbeit erklären und auch was es genau ist. Das Wort Energy Harvesting kommt aus der englischen Sprache und bedeutet wortwörtlich übersetzt: Energie Ernten und dies bedeutet, dass man kleine Mengen an Energie durch Umgebungstemperatur, Luftströmung oder mechanische Arbeit, wie bei unserem Prototyp, gewinnt. Diese kleinen Varianten um Energie zu erzeugen werden auch öfters mal Nanogeneratoren genannt. Diese Nanogeneratoren produzieren nicht viel Strom und auch nur kleine Spannungen. Meistens werden sie genutzt um Mobilegeräte aufzuladen wie z.B. Das Mobiltelefon oder den Laptop.

Energy Harvesting ist bei uns häufiger anzutreffen als man auf den ersten Blick sieht. Denn auch Photovoltaikanlagen zählen als Energy Harvesting bis zu einer bestimmten Grösse. Diese werden immer wie mehr in kleinen Panels gebaut und verkauft damit man auch unterwegs einfach das Mobiltelefon mit Hilfe des Sonnenlichts aufladen kann.

Energy Harvesting trifft man auch an einigen Handgelenken an denn teurere Armbanduhren die sich durch die Bewegung des Handgelenks aufladen funktionieren nach einem Prinzip das man als Energy Harvesting bezeichnen kann.

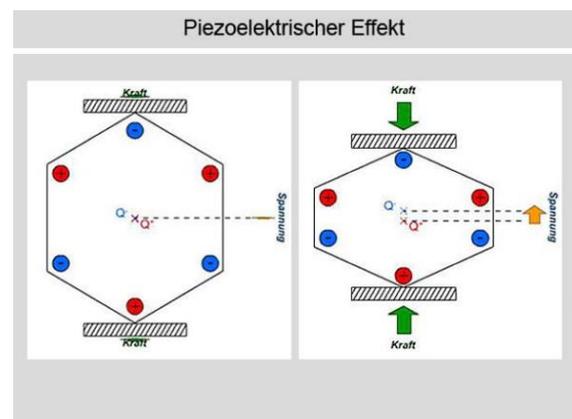
Direkt übernommen	Kaum bearbeitet	<b>Stark bearbeitet</b>	Selbst erstellt
<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Energy_Harvesting">https://de.wikipedia.org/wiki/Energy_Harvesting</a>			

## 5.2 Piezoelektrischer Effekt

In diesem Kapitel gehen wir etwas genauer auf unser Projekt ein. Beziehungsweise auf den Effekt den wir uns für unser Projekt und unserem Prototyp benutzen. Dieser Effekt nennt sich Piezoelektrischer Effekt und diesen kennt man von vielen Sachen ohne das man es wirklich weiss, zum Beispiel aus der Fernbedienung für den Fernseher oder auf der Tastatur des Computers, dort trifft man denn Effekt in Verbindung mit einer externen Spannungsquelle und nicht als eigene Spannungsquelle.

Beim Piezoelektrischen Effekt wird mithilfe eines Piezoelektrischen Materials und Druck beziehungsweise durch die Verformung des Materials die negative und positive Ladung im Inneren des Materials verschoben und durch dies entsteht ein Dipol, eine elektrische Spannung am Element. In der

Heutigen Zeit wird dieser Effekt in diversen Branchen benutzt und es ist ein Milliarden Geschäft. Im Jahr 2010 lag der Umsatz mit piezoelektrischen Elementen bei 14,8 Milliarden US-Dollar. Es ist anzunehmen, dass dieser Markt eher noch gewachsen ist,

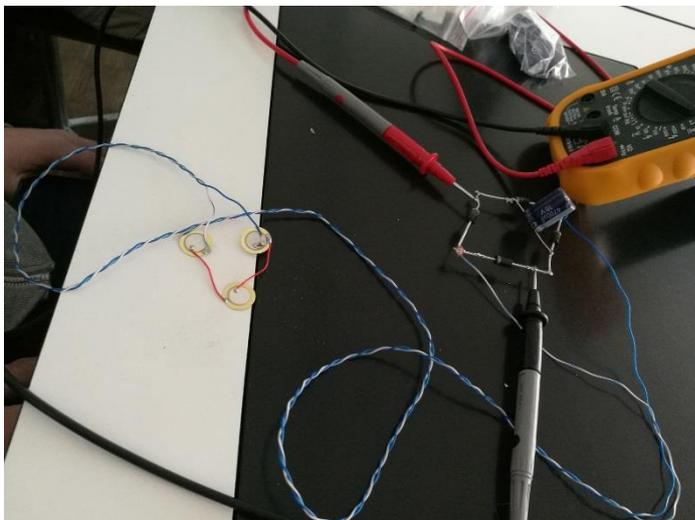
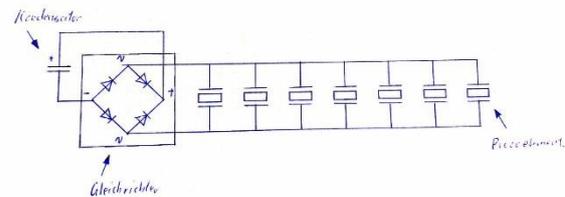


da Piezokristalle in einigen elektronischen Bauteilen verbaut sind, und die Modernisierung in den Letzen sieben Jahren stark zugenommen hat.

Direkt übernommen	Kaum bearbeitet	<b>Stark bearbeitet</b>	Selbst erstellt
<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t">https://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t</a> Bild: <a href="http://www.vetsuisse-bern.ch/~vet-impl/lermodule/htmls/slide.html?radiosurfvet%7Cradgeneral%7Csonography%7Csonobasics%7C2">http://www.vetsuisse-bern.ch/~vet-impl/lermodule/htmls/slide.html?radiosurfvet%7Cradgeneral%7Csonography%7Csonobasics%7C2</a>			

### 5.3 Eigentlicher Aufbau des Versuches:

Dieses Kapitel soll denn eigentlichen Hauptteil darstellen und mit Text und Bild erklären was wir genau gemacht haben. Angefangen haben wir mit der Recherche im Internet. Dort haben wir diverse Videos und Artikel gefunden. Ein Projekt das wir uns etwas zum Vorbild genommen haben ist das Projekt namens SolePower. Diese haben die Idee die wir haben schon in einer anderen Art umgesetzt indem Sie eine Energie erzeugende Schuhsole gebaut haben. Und der Aufbau unseres Projektes basiert auf dem Video namens: Piezoelectric Generator des Youtubers Ludic Science. Als erstes mussten wir daher herausfinden was für Bauteile wir genau brauchen um Energie zu Speichern und dann eine LED-Leuchte zum leuchten zu bringen. Da wir eine Lehre als Elektroinstallateure machen haben wir aber auch Ahnung von Elektronik denn wir haben dies ja auch schon in der Berufsschule angeschaut. Wir wussten das wir einige piezoelektrische Elemente brauchten damit man etwas Energie erzeugen kann. Wir wussten auch das wir Dioden brauchen damit wir die hohe Frequenz die von den



Piezoplatten erzeugt werden überhaupt speichern können. Denn zur Speicherung der Energie brauchen wir einen Kondensator, denn dieser kann kleine Spannungen und Ströme im Inneren Speichern aber nur Gleichstrom. Und deshalb brauchten wir wie erwähnt die Dioden denn, wenn man vier der Dioden richtig zueinander Schaltet dann richten sie die hohe Frequenz gleich und machen Wechselstrom zu Gleichstrom der dann auch im Kondensator gespeichert werden kann. Dazu

brauchen wir noch einen Verbraucher, wir haben uns für ein LED-Lämpchen entschieden denn mit diesem kann der Effekt gut Visualisiert werden. Und dazu haben wir auch noch einen Schalter denn sonst würde über dem Kondensator nie genug Spannung anliegen damit man das Lämpchen zum Leuchten bringen könnte, denn die LED würde denn Kondensator nach jedem Schritt entladen. Die LED funktioniert nämlich nur, wenn sie genug Spannung hat denn ansonsten Leuchtet sie nie.

Als wir das Material hatten, haben wir es mit den ersten Versuchen probiert. Als erstes haben wir nur geschaut wie wir die Piezoelemente am effektivsten zueinander Schalten damit denn grössten möglichen Wirkungsgrad haben. Wir sind zum Entschluss gekommen das wir die Piezoelemente in Serie schalten sollten damit es Funktioniert. Danach haben wir diese in Serie geschalteten Elemente mit unserem kleinen Gleichrichter verbunden, denn wir aus denn Dioden gelötet haben. Dann haben wir denn Kondensator dazu gelötet und dann haben wir gemessen. Einer von uns musste auf die Elemente drücken während der andere gespannt auf das Messgerät geblickt hat. Dort sah man wie der Wert ganz langsam stieg. Es hat funktionier wir haben Energie erzeugt, aber natürlich wie es zu erwarten war sehr, sehr wenig Energie, aber immerhin haben wir es geschafft das es funktioniert.



Nach diesem ersten Schritt haben wir uns an die Arbeit gemacht die Elemente am Schuh zu verkabeln und eine Lösung zu finden wo wir die Gleichrichterschaltung denn Kondensator und die LED einbauen wollen. Wir haben uns dazu entschieden das wir diese Bauteile alle ausserhalb des Schuhs bauen, denn in unserem Prototyp Schuhs, immerhin Grösse 48.5, haben diese etwas grösseren Elektronischen Bauteile keinen Platz. Die Piezoelemente konnten ohne Probleme mit starkem Kleber am Schuh befestigt werden. Unter den Piezoelementen ist eine kleine Unterlagscheibe damit diese Flach auf dem Schuh aufliegen, und auch besser dem Druck ausgesetzt sind und somit auch etwas mehr Energie produzieren. Wir haben uns auch entschieden, dass wir die Piezokristalle im hinteren Bereich des Schuhs anbringen und nicht vorne, denn vorne würden sie wahrscheinlich nie richtig halten da dort mehr Bewegung herrscht. Und im hinteren Teil des Schuhs liegt auch mehr Gewicht auf den Kristallen und dies wäre für unser Projekt sogar gut.

Direkt übernommen	Kaum bearbeitet	Stark bearbeitet	<b>Selbst erstellt</b>
Video: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ACsy6xSIBm8">https://www.youtube.com/watch?v=ACsy6xSIBm8</a> SolePower: <a href="http://www.elektroniknet.de/power/solepower-schuhsohle-erzeugt-beim-laufen-strom-98362.html">http://www.elektroniknet.de/power/solepower-schuhsohle-erzeugt-beim-laufen-strom-98362.html</a>			



## 5.4 Energieerzeugung

Nach dem fertigen Aufbau des Schuhs, begannen die ersten Versuche. Wir begannen mit den Messungen wieviel Energie den nun unser Schuh genau produziert pro Schritt. Nach diversen Messungen fanden wir heraus das wir «nun» 4,7 Mikro Amperesekunden produzieren. Damit wir ein Vergleich ziehen können wieviel wir in einem Tag ungefähr produzieren mussten wir mit einem Schrittmesser herausfinden wie viele Schritte macht man an einem Tag. Wir kamen auf das Ergebnis von ca. 8000 Schritte am Tag und daraus erstellten wir folgende Tabelle:

Personen	Füsse	Tage	Erzeugter Strom
1	1	1	37,6 mAs
1	2	1	75.2 mAs
20	1	1	752 mAs
20	2	7	10,528 As
8 000 000	2	7	4 211 200 As
8 000 000 000	2	365	$2,19 \times 10^{14}$ As

Bei den 16 Volt die der Kondensator aufnehmen kann bedeutet dies das bei optimalen Bedingungen, das heisst immer wenn der Kondensator voll ist wird er direkt entladen, könnte man  $3,51 \times 10^{15}$  VAs =  $3,51 \times 10^{15}$  Ws. Würde man dies hochrechnen auf kWh was die normale Angabe ist, wie sie auch auf dem Zähler zu finden ist, wäre das Ganze eine elektrische Energie von 975 928 888,88 kWh. Zum Vergleich das AKW Mühlenberg produziert 107'103'825'000 kWh im Jahr. Das heisst das wenn alle Menschen auf dieser Welt solche Schuhe tragen würden und wir jetzt von unserem Prototyp aus rechnen, der sicher noch Potenzial nach oben hat, könnte man den 9,11% der Produktion des AKW Mühlenbergs decken.

## 5.5 Potenzial und Verbesserung Möglichkeiten

Dieses Schuhprojekt hat nur ein bedingtes Potenzial, denn es wäre wahrscheinlich nur einsetzbar und Sinnvoll zum Aufladen des Mobiltelefons oder des Laptops. Aber rein für die Energieproduktion zur Rückspeisung ins Netz ist es nicht Sinnvoll denn dann müsste man denn gespeicherten Gleichstrom mit Hilfe eines Wechselrichters wieder zurücktransformiert werden und dort ginge schon einiges an Energie verloren. Das Verbesserung Potenzial unseren Prototyp ist aber gross, denn man könnte mit besserer Elektronik und besseren Piezokristallen weitaus effizienter Energie produzieren als das dies unser Schuh tut. Da wir bei unseren Prototypen auch nur  $44\text{mm}^2$  von ca.  $303\text{mm}^2$  nutzen die uns ein Schuh Grösse 47 bietet. Denn wenn man die ganze Fläche nutzt und besser Elektronik nutzt dann könnte man 10-15 Mal mehr Energie erzeugen als dies unser Prototyp tut. Und wenn man dies umsetzen kann dann ist es sicher eine gute Möglichkeit um Energie zu produzieren um Mobile Geräte aufzuladen wie zum Beispiel: Laptop oder Handy. Und das wäre in der heutigen Zeit sicherlich auch etwas gefragter da man häufiger unterwegs ist mit Handy oder Laptop.

Direkt übernommen	Kaum bearbeitet	<b>Stark bearbeitet</b>	Selbst erstellt
Quelle : <a href="https://www.kernenergie.ch/de/akw-muehleberg.html">https://www.kernenergie.ch/de/akw-muehleberg.html</a>			

## 6. Schlusswort

Wir denken das unser Projekt im grossen und ganzen ziemlich gelungen ist, denn wir haben es geschafft einen Prototypen zu bauen der auch funktioniert. Es hat sich auch ausgezahlt das wir uns zuerst sorgfältig überlegt haben wie und was wir genau machen wollen. Auch die Recherchen im Internet haben uns sehr viel geholfen denn durch die Zahlreichen Videos und Berichten die wir gefunden haben, haben wir sehr genau gesehen wie wir am besten vorgehen und wie es Umsetzbar wird.

Wir haben ja am Schluss auch bedeutende Ergebnisse erhalten, wie zum Beispiel ein Vergleich zum AKW Mühleberg. Wir gehen davon aus das diese Ergebnisse aber nicht viel bedeuten für die Zukunft, denn es gibt ähnliche Projekte die schon wesentlich weiter sind und schon fast alltagtauglich.

Es gäbe aber sicherlich die Möglichkeit an der Effizienz unseres Schuhs noch etwas zu verbessern, zum Beispiel das nutzen der ganzen Fläche des Schuhs, dazu fehlte uns schlichtweg die Zeit um nochmals Elektronik nachzubestellen um die gesamte Fläche zu nutzen.



***Das Endprodukt unserer Arbeit***

# 7. Schlusserklärung

«Hiermit versichern wir, dass die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt wurde. Wir benutzten keine unerlaubte fremde Hilfe. Alle Quellen sind deklariert und die Erarbeitung entsprechen der Wahrheit.»

Dario Stucki

Dominik Hofer

# 8. Arbeitsjournal

KW	Zeit	Wer	Tätigkeit	Arbeitsort	Reflexion	Nächste Schritte
W. 8	2h	Beide	Durchsuchen Internet nach ähnlichen Projekten, Bestellen Material	GIBB	Wir haben zu viel Zeit verschwendet mit der Suche nach den richtigen Bauteilen	Kontrolle des Materials und bau erstes Prototypen
W. 9	3h	Dario	Kontrolle des Materials, Grobplanung machen, Erstellen erster Schriftlichen Teile	GIBB / Zuhause	Wir haben nicht die richtige LED bestellt.	Weiterarbeiten an Hauptteil schriftlich, Material an Dominik weiter geben.
W. 9	2h	Dominik	Erstellen Schema der Schaltung, Zusammenbau des ersten «trocken» Versuchs	GIBB / Zuhause	Schema kein Problem. Aufbau dank richtigem Schema auch nicht	Messungen durchführen und Planung Einbau in Schuh
W. 10	1h	Dario	Besprechen Resultate mit Dominik	GIBB		Schreiben des Hauptteils
W. 10	2h	Dominik	Einbau des Versuchs in den Schuh und Messungen durchführen	Zuhause	Messungen waren schwer zu machen da Ströme sehr klein	Schreiben und weiterleiten der Daten an Dario

W. 11/ 12	7h	Dario	Schreiben des Hauptteiles und erstellen der Mindmap	Zuhause / GIBB	Sehr mühsam da ich in diesen Wochen ÜK habe und vorher zu wenig gemacht habe	Abgabe der schriftlichen Teils, Vorbereitung auf Präsentation
W 11/ 12	2h	Dominik	Erstellen des Schlusswortes und der Schlusserklärung	Zuhause / GIBB		Abgabe der schriftlichen Teils, Vorbereitung auf Präsentation