

Energie- und Klimawerkstatt

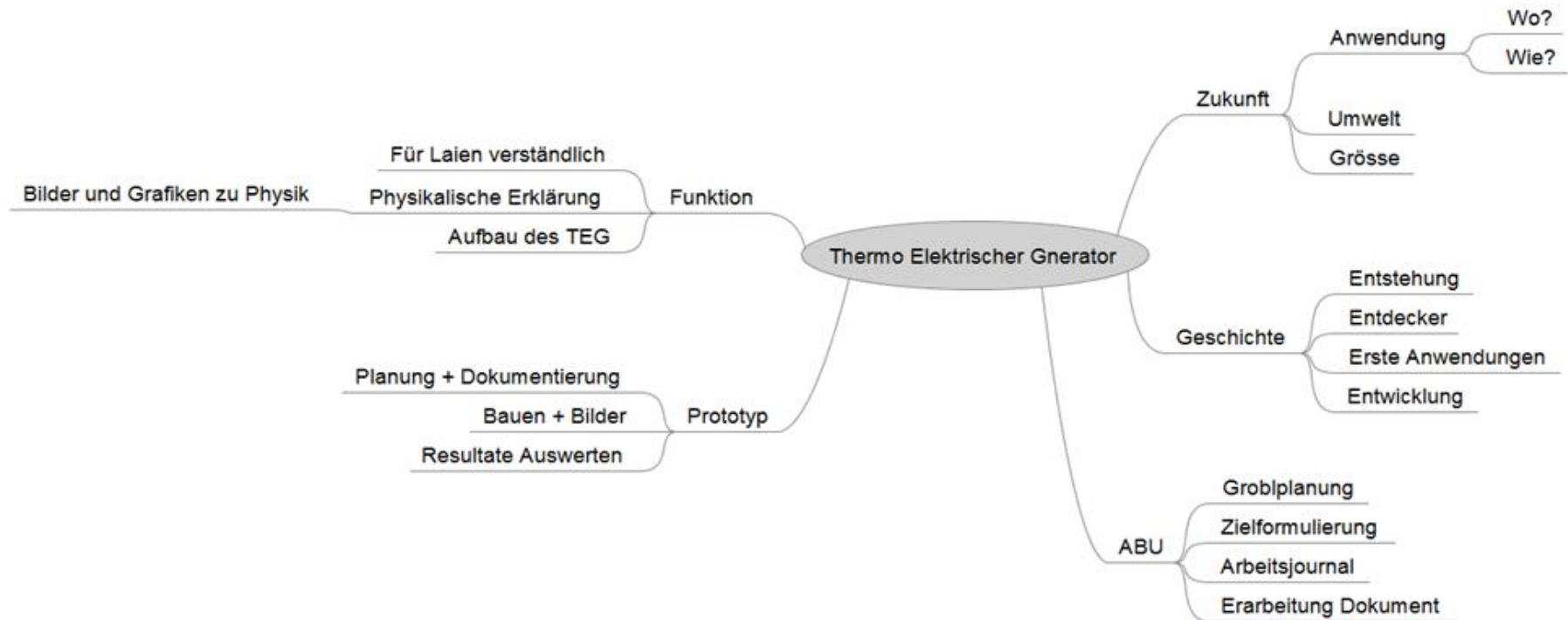
Thermoelektrischer Generator (TEG)

Andrew Bucher, Lukas Kneuss | Allgemeinbildender Unterricht |
22.03.2017

Inhaltsverzeichnis

1.	Mindmap.....	3
2.	Einleitung.....	4
3.	Zielformulierung.....	5
4.	Geschichte	6
5.	Funktion	8
6.	Zukunft	11
7.	Prototyp.....	13
8.	Schlusswort.....	16
9.	Quellenverzeichnis.....	17
10.	Schlusserklärung.....	19
11.	Arbeitsjournal	20

1. Mindmap



2. Einleitung

Der Thermoelektrische Generator, ein Thema/Projekt passend zu unserem Klassenthema "Energie und Klimawandel". Da der Thermoelektrische Generator Verlustenergie braucht um selbst Energie zu erzeugen, ist es ein guter Beitrag zum Energie-wandel. Der Thermoelektrische Generator wird sicherlich in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen, insbesondere bei dem rasch wachsenden Energiebewusstsein der Bevölkerung. Wir wollen dem Leser zeigen, dass es auch andere Möglichkeiten gibt um Verlustenergien zu verwenden. Unter anderem wollen wir den thermoelektrischen Generator selbst verwenden und durch den Bau eines Prototyps das ganze visualisieren.

3. Zielformulierung

Gruppenmitglieder:	Klassenthema:
Lukas Kneuss, Andrew Bucher	Unser Beitrag zur Verlangsamung des Klimawandels
	Gruppenthema:
	Thermoelektrischer Generator (TEG)

Zielformulierungen:

Bei jedem Ziel:

Was wollen wir genau tun? (Inhalte)

Wie wollen wir es tun? (Vorgehensweise, Methode)

Wie sieht das Ergebnis aus? (Produkt)

Wir wollen dem Leser aufzeigen, dass es auch andere Möglichkeiten gibt Verlustenergie von Wärmequellen durch den Einsatz von TEG zu nutzen (spezifischer Wärme). Dazu recherchieren wir über den TEG im Internet und fragen bei Bedarf Experten. Dokumentiert wird der TEG in einer für den Laien gut verständlichen Erklärung mit Bildern und Beschrieben.

Anhand eines Experiments wollen wir aufzeigen, dass die Stromerzeugen durch TEG möglich ist (Visualisierung). Dazu planen wir einen Prototyp, bauen diesen und analysieren das Ergebnis. Die Planung und der Bau werden verständlich dokumentiert, mit Bildern ergänzt und das Resultat von uns analysiert und kommentiert.

4. Geschichte

Bereits im frühen 19. Jahrhundert wurden im Gebiet der Thermischen Elementen und der Thermoelektrizität Forschungen angestellt. Zu dieser Zeit kam die Idee eines Thermoelements zwar erst auf, kurz darauf jedoch folgten auch schon die ersten Versuche solch ein Element zu schaffen. So kommt im Jahre 1821 die erste Beschreibung zum Prinzip eines Thermoelements durch den Physiker Thomas Johann Seebeck auf. Worauf schlussendlich der Seebeck-Effekt aufgebaut ist und der heutige Thermoelektrische Generator, kurz TEG basiert. Im Jahre 1885 schliesslich kam das allererste Thermoelement zustande, basierend auf den Ergebnissen des Physikers Antoine César Becquerel, welcher durch Zahlreichen Forschungen zum Schluss gekommen ist, Platinbeschichtungen dafür zu verwenden. Damit wurde ein wichtiger Meilenstein in der Technik der Thermoelemente gesetzt.

Zu Beginn und bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts, kamen zahlreiche weitere Thermoelemente dazu, wobei es sich bei denen um Unedle Elemente handelt, nicht wie zu Beginn mit Beschichtungen aus Edelmetallen wie eben Platin.

Thomas Johann Seebeck

Geboren: 9. April 1770 in Tallinn

Gestorben: 10. Dezember 1831 in Berlin

Thomas Johann Seebeck ist ein Physiker deutscher Herkunft. Nach Abschluss des Arztstudiums und einiger Zeit im Einsatz als Arzt, wich er vom Arztberuf ab und stieg in die Forschung für Physik ein. Seebeck hatte insgesamt acht Kinder von denen ein Sohn ebenfalls Physiker lernte. Zudem kommt, dass Seebeck mit berühmten Persönlichkeiten wie Johann Wolfgang von Goethe zusammenarbeitete. So arbeiteten sie gemeinsam an der Theorie der Farben. Schon zu früher Zeit begannen seine Forschungen im Gebiet der Wärmewirkung. Zu Beginn mit den Farben des Sonnenspektrums. Auch auf dem Gebiet des Magnetismus unternahm er etliche Forschungen. Im Jahr 1821 stiess er auf den Thermoelektrischen Effekt, der heute Seebeck-Effekt heisst.



Jean Peltier

Geboren: 22. Februar 1785 in Ham

Gestorben: 27. Oktober 1845 in Paris

Peltier war gelernter Uhrmacher und arbeitete auf dem Beruf bis zu seinem 30. Lebensjahr. Danach begann er in der Elektrodynamik herumtüteln und stellte Strom und Temperaturabhängigkeit am Peltier-Element fest. Später veröffentlichte er eine Arbeit mit diesen Informationen zu seiner Entdeckung enthalten, welche sogar von Emil Lenz, dem Erfinder der Lenz'schen Regel bestätigt wurde. Durch die Tatsache, dass bei Stromfluss eine Temperaturdifferenz oder bei Temperaturdifferenzen ein Stromfluss erzeugt wird, entstand nun nebst dem Seebeck-Effekt zusätzlich der Peltier-Effekt.



Thermoelektrischer Generator (TEG)

Durch die beiden Effekte unterschiedlicher Physiker, gibt es folglich auch verschiedene Elemente. So gibt es Seebeck -/ und Peltierelemente. Optisch unterscheiden sich die Elemente nicht, daher muss gut darauf geachtet werden, um was für ein Element es sich handelt. Den grossen Unterschied macht die Technik im Innern des Elements aus, da sie auf unterschiedliche Arten ihr Funktion leisten. Darauf wird im Kapitel Funktion eingegangen.



Typisches Thermoelektrisches Element
nach Seebeck-/ oder Peltier-Effekt auf-
gebaut

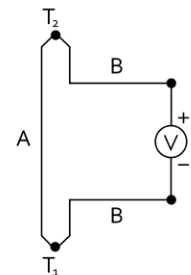
5. Funktion

Der Thermoelektrische Generator basiert auf dem Prinzip der Thermoelektrizität, also die gegenseitige Beeinflussung von Temperatur und Elektrizität und ist ein Thermoelement, resp. eine Thermokette.

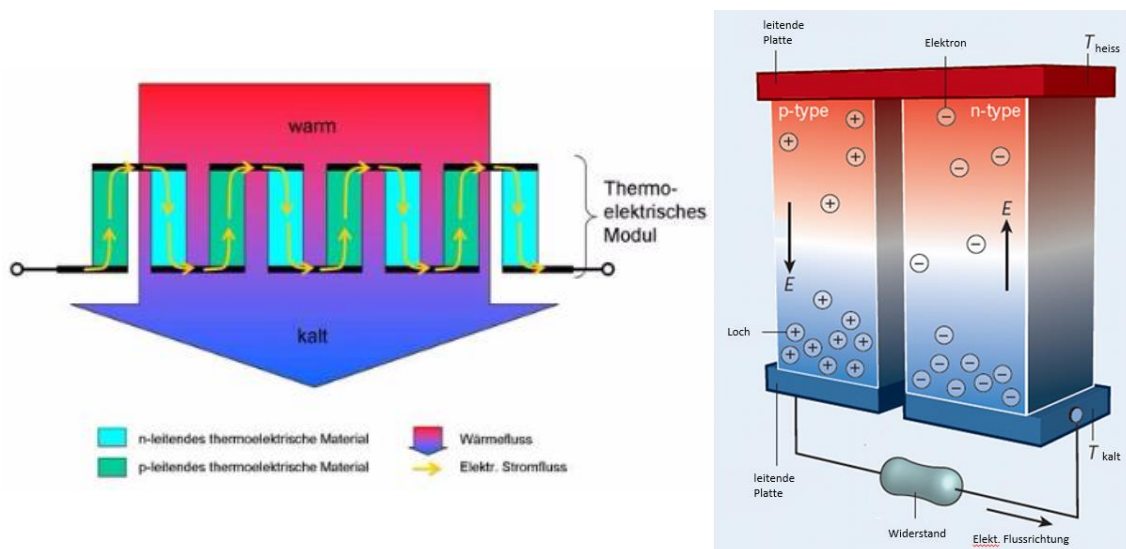
Bei den Thermoelementen muss durch jene mit dem Seebeck-Effekt (für Thermoelektrische Generatoren) und jenen mit dem Peltier-Effekt (für Thermoelektrische Kühler) unterschieden werden. Durch diese Effekte wird die auch umkehrbare Wechselwirkung zwischen Temperatur und Elektrizität beschrieben.

Seebeck-Effekt:

Der Seebeck-Effekt beschreibt, dass in einem Stromkreis aus zwei verschiedenen elektrischen Leitern (A und B) bei einer Temperaturdifferenz (T_1 zu T_2) zwischen den Kontaktstellen eine elektrische Spannung entsteht.



Das Ganze funktioniert durch die Wärmeleitung von Elektronen. Die Elektronen auf der erhitzten Seite fließen in Richtung der kühleren Seite, also die Elektronen mit höherer Energie fließen in die Richtung der Elektronen mit weniger Energie und auch umgekehrt. Somit entsteht durch eine Temperaturdifferenz ein elektrischer Stromfluss und somit eine Spannung.



Der Seebeck-Effekt kann mit Metallenen Leitern oder mit Halbleitern angewendet werden.

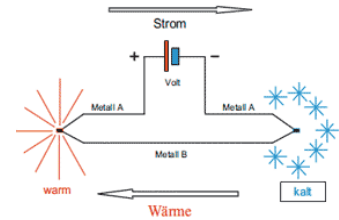
Um eine möglichst hohe Gewinnung an elektrischer Energie zu haben, sollte die Temperaturdifferenz so groß wie möglich sein. Es kommt auch auf die verwendeten Materialien an. Je größer der Abstand der verwendeten Metalle in der thermoelektrischen Spannungsreihe sind, desto größer ist die erzielbare Spannung.

Thermoelektrischer Generator (TEG)

Der Seebeck-Effekt wird vor allem bei den Thermoelektrischen Generatoren verwendet.

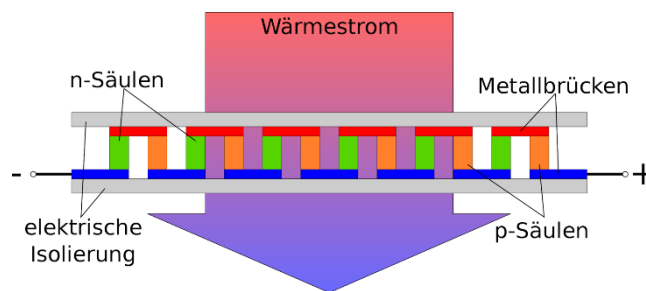
Peltier-Effekt:

Der Peltier-Effekt funktioniert im Prinzip genau umgekehrt zum Seebeck-Effekt. Ein elektrischer Stromfluss bewirkt, dass an den Kontaktstellen entweder Wärme freigesetzt oder aufgenommen wird.



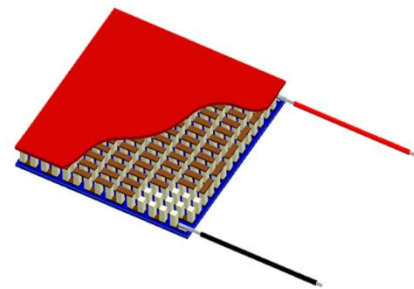
Dieser Effekt wird bei den Peltierelementen verwendet, welche wie eine Wärmepumpe funktionieren. Sie werden oft in Kühlboxen verwendet, da sie klein und kompakt sind. Das Peltierelement kann neben kühlen auch heizen. Was jedoch als Nachteil spricht ist der nicht so hohe Wirkungsgrad.

Thermoelektrischer Generator:



Wie schon vorher genannt, wird für den Thermoelektrischen Generator (TEG) der Seebeck-Effekt angewandt.

Der TEG besteht aus mehreren Thermoelementen, die in Reihe geschaltet werden, welche auch Thermokette genannt werden. Weil ein Thermoelement nur eine Spannung von maximal 0.1V erzeugen kann, werden viele solche Thermoelemente in Serie geschaltet um eine höhere Spannung zu erzeugen.

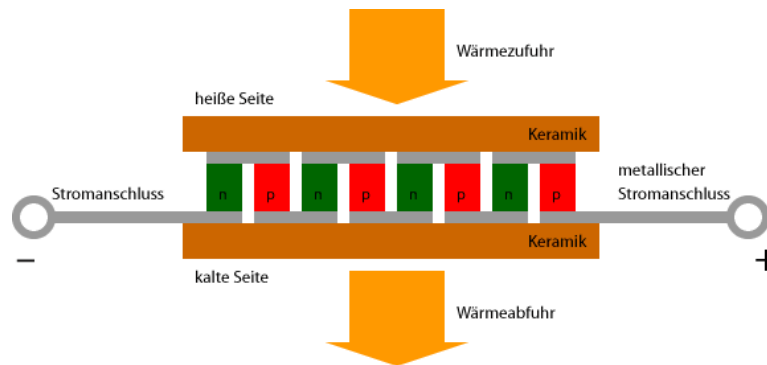


Beim TEG werden keine metallenen Leiter verwendet, weil diese auch Wärme gut leiten, sondern Halbleiter. Da Halbleiter eine gute elektrische Leitfähigkeit und eine schlechtere Wärmeleitfähigkeit haben, lassen sie sich optimal für den TEG anwenden. Dies steigert den Wirkungsgrad des TEG erheblich. Doch auch der Einsatz von Halbleitern, verhindert immer noch nicht die Wärmeleitung im TEG selbst, was wiederum zu Verlusten und Ineffizienz führt.

Auf dem jetzigen Stand der Technik und Wissenschaft ist es noch keinem gelungen eine effizientere Methode zu entwickeln.

Thermoelektrischer Generator (TEG)

Der Wirkungsgrad eines üblichen Thermoelektrischen Generators liegt zwischen ca. 3-8%. Um einen TEG möglichst wirtschaftlich zu nutzen, sollte eine hohe Temperaturdifferenz (ΔT) vorhanden sein. D.h. auf dem TEG sollte bei der Heißen Seite eine möglichst hohe Temperatur zugeführt werden, und auf der Kalten Seite sollte die Temperatur so niedrig wie möglich gehalten werden.



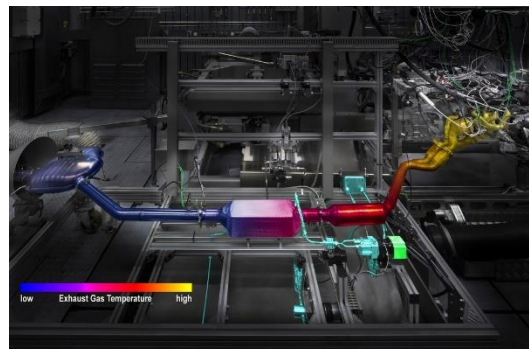
6. Zukunft

Der Thermoelektrische Generator, klein, unscheinbar und oft nicht beachtet, steckt in mehr Dingen als man denkt. So leitet er seine Arbeit in bereits gewissen Autos, in vielen Anlagen in der Industrie und sogar im Weltall findet er Verwendung. Immer vermehrt wird der Klimawandel zum Problem, wobei der thermoelektrische Generator ihn nicht direkt aufhalten kann, jedoch zumindest dagegen steuern. Wenn es schon überall eine Erwärmung gibt, warum sie nicht gleich nutzen und daraus erneut nutzbare Energie gewinnen?

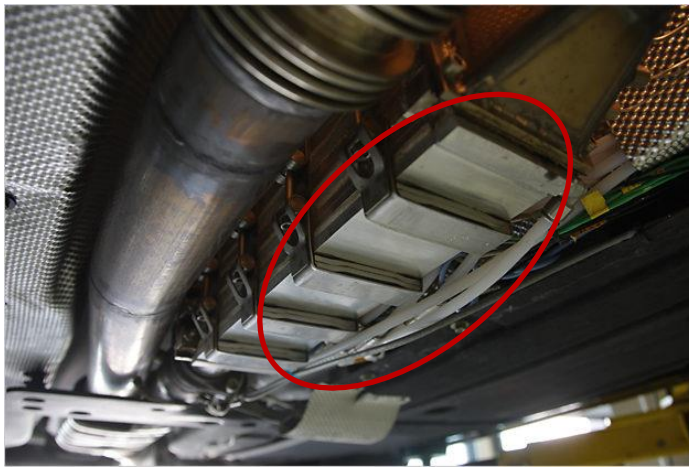


Oft wird die Energiegewinnung aus bereits verbrauchter bzw. umgewandelter Energie "Abwärme Recycling" genannt. Dieser Begriff trifft die Tätigkeit des TEG in Autos ziemlich genau.

TEG in Automobilen: Schon heute werden die ersten thermoelektrischen Generatoren in Autos verbaut. Das ganze Projekt der Thermoelemente in Automobilen einbauen zu können befindet sich jedoch noch in der Testphase. Denn normale TEG's, also in Form eines Peltier-Elements können den enormen Temperaturen die beim Verbrennen von Benzin beispielsweise entstehen nicht standhalten. Durch die ständigen Vibrationen muss auch eine gewisse mechanische Belastbarkeit gewährleistet sein. Deshalb müssen dafür speziell stabile und hitzebeständige Materialien dafür eingesetzt werden, welche Ihren Preis haben. Er wird im Bereich wo grosse Hitze entnehmbar ist eingesetzt. Bei Autos ist dies beim Auspuff. Die grosse Abwärme die bei der Benzinverbrennung durch ihn Abgelassen wird,



dient perfekt als warme Seite für den TEG. Auf der kalten Seite wird ein schlecht wärmeleitendes Metall angebracht, damit sie sich nicht zu stark erwärmt und so eine möglichst grosse Temperaturdifferenz herrscht. Um den durchschnittlichen Wirkungsgrad von thermoelektrischen Generatoren von 3-8% so hoch wie möglich zu treiben, müssen die Temperaturdifferenzen möglichst hoch sein. Durch die Modernisierung und stetige Weiterentwicklung an TEG's könnte eine Steigerung des Wirkungsgrades durchaus möglich sein. Stand heute bringt man mit TEG's bei Autos knappe 200W hin, in einigen Jahren aber sei eine Leistung von 1000W realisierbar, mit denen es dann tatsächlich möglich wäre bestimmte Komponenten des Autos mit dieser Leistung zu versorgen und so den Treibstoffverbrauch zu senken. Wenn man bedenkt, dass die ganze Energie nur durch Abwärme gewonnen wird, sind 8% gar nicht mal so schlecht. Die thermoelektrischen Generatoren haben noch Potenzial.



Hier ist einer der ersten Testversuche eines Thermoelektrischen Generator an einem Auto zu sehen. Der Massive Generator wird direkt an der Wärmequelle platziert, in diesem Fall der Auspuff.

TEG in der Raumfahrt:

Die wohl wichtigste und grösste Rolle hat der Thermoelektrische Generator bislang in der Technik der Raumfahrt. So werden schon in den 1960ern Jahren die Ersten Thermoelemente eingesetzt. Bis heute bilden sie einen Bestandteil der Stromversorgung von Raumsonden. Eines der wohl bekanntesten Projekte der NASA, der Marsrover "Curiosity" erhält seine Energie komplett von thermoelektrischen Elementen. Die Elemente machen sich die enorme Kälte des Alls zu Nutze welche eine grosse Differenz zur Temperatur im Innern des Rovers darstellt. Dadurch kann er rundum versorgt werden.



Mars Rover « Curiosity » im Einsatz, komplett durch Thermoelemente angetrieben.

7. Prototyp

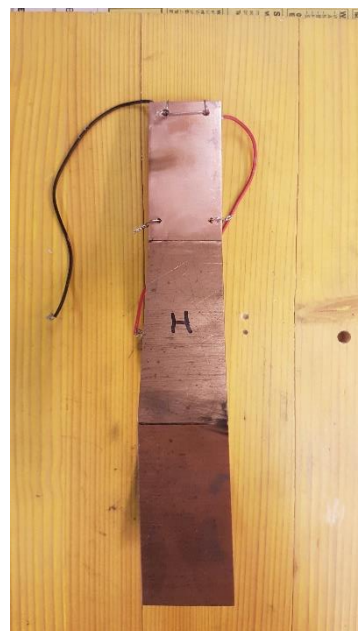
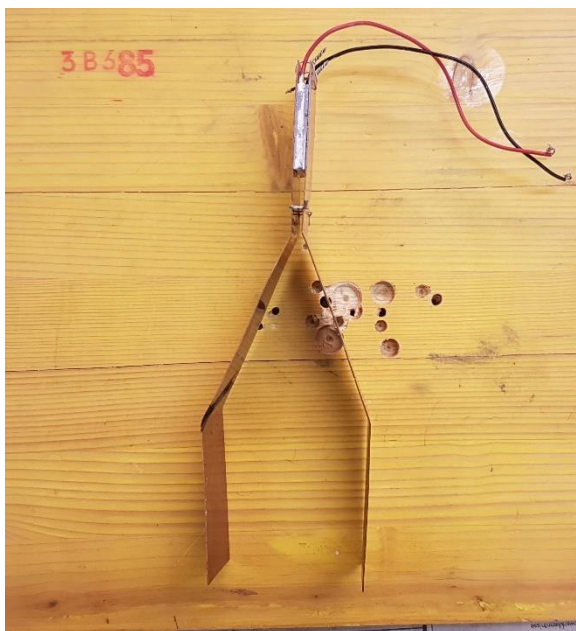
Um den Thermoelektrischen Generator besser zu verstehen, haben wir uns vorgenommen ihn eigenständig anzuwenden und einen Prototyp zu bauen. Durch Recherche, kamen wir rasch zu allen Bauteilen um einen funktionstüchtigen Prototyp zu bauen.

Doch mit dem Kauf der Bauteile ist noch lange kein Prototyp entstanden. Die damit verbundene Arbeit war leicht zu unterschätzen und summierte sich während man daran Arbeitete.

Um überhaupt das TEG-Element zu verwenden ist es nötig die Kalte, respektive die Heisse Seite zu definieren. Am einfachsten ging dies durch das Anschließen einer kleinen Spannungsquelle, um kurzzeitig den Seebeck-Effekt umzukehren. Das Resultat war, dass eine Seite rasch kalt wurde und die andere warm (sozusagen wie das Peltier-Element).

Als die Seiten definiert wurden, kamen die nächsten Hürden; Wie bringt man die Hitze möglichst effizient auf das TEG-Element und wie kann man die Kalte-Seite möglichst gut gekühlt halten.

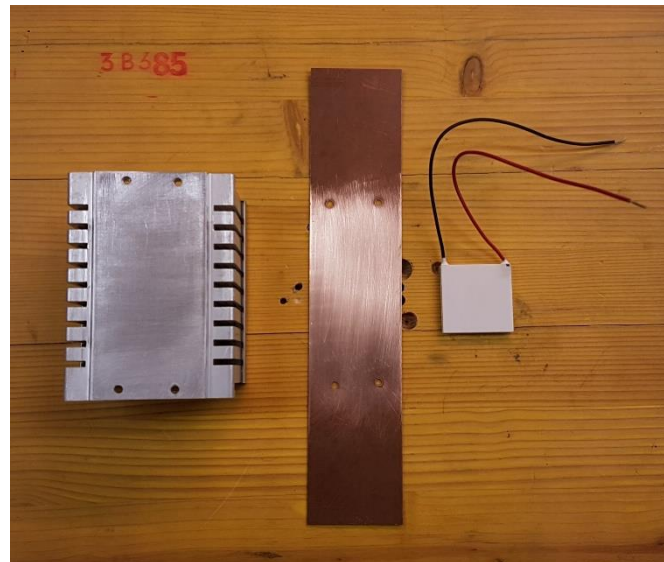
Somit kamen wir zu unserem ersten Prototyp oder besser gesagt zu unserem ersten Testversuch. Es bestand aus zwei Kupfer-Schenkeln, dem TEG-Element und einer Wärmeleitpaste um die Wärme besser leiten zu können.



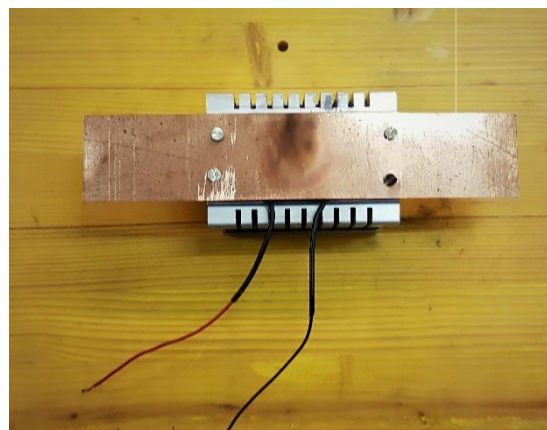
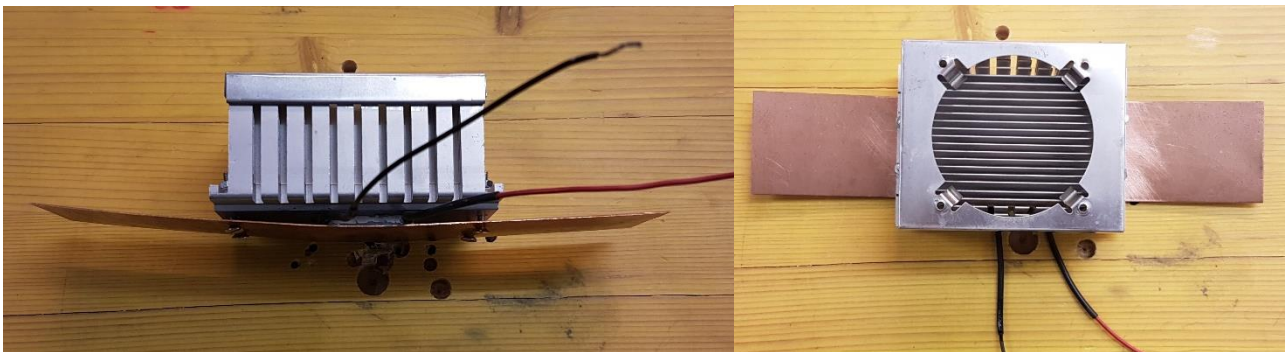
Das Prinzip sollte so funktionieren, dass einer der Kupfer-Schenkel in kochendem Wasser und der andere Schenkel in kaltem Wasser getaucht wird. Doch was sich schnell herausstellte, war das man so nicht annähernd eine genügend grosse Temperaturdifferenz erreichen konnte. Die Hitze konnte nicht gut genug abgeleitet werden.

Thermoelektrischer Generator (TEG)

Somit fing die Planung des zweiten Prototyps an. Dieser Sollte mit der Hitze von z.B. einem Feuerzeug funktionieren. Doch die Frage war noch wie man am besten die Temperatur auf der kalten Seite niedrig behaltet. Der einfachste und erschwinglichste Weg war durch Kühlrippen von einem alten Computer. Für die Zufuhr der Hitze nahmen wir wieder ein dünnes Kupferblech.

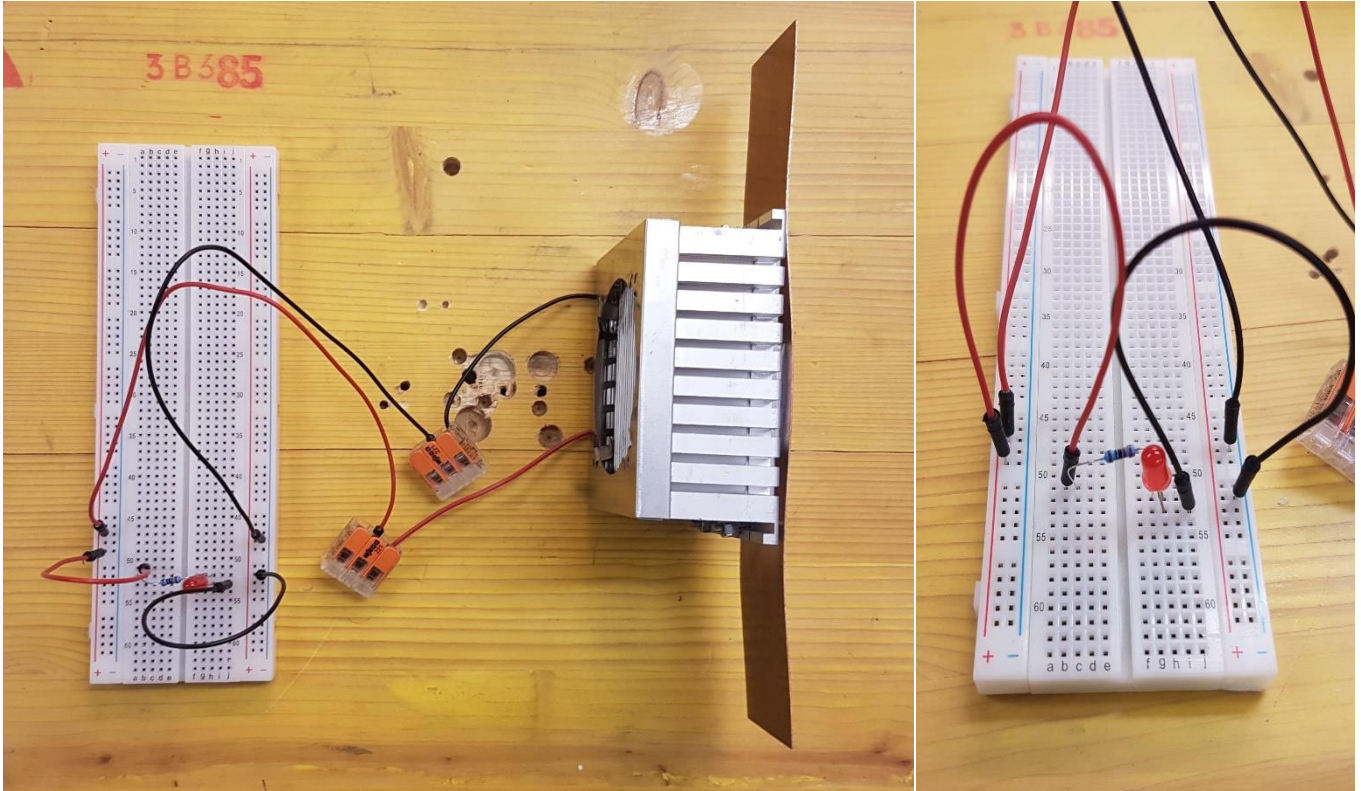


Als wir alle Bauteile hatten, kamen wir wieder an das Zusammensetzen. Durch gebohrte Löcher im Kühlrippen und Kupferblech, wurde es später zusammengeschraubt. Dazwischen kam der TEG wieder mit aufgetragener Wärmeleitpaste.



Thermoelektrischer Generator (TEG)

Doch wir wollten noch die Funktion des gebauten Thermoelektrischen Generators zeigen. Um dies zu tun haben wir mal die Spannung gemessen die wir mit der Hitze eines Feuerzeuges erzeugen konnten. Nach etwa einer Minute haben wir ca. 2 Volt messen können. Daraus schlossen wir die Funktion des TEG am besten anhand dem aufleuchten einer LED zu zeigen.



Unser Fazit:

Um einen funktionstüchtigen Thermoelektrischen Generator zu bauen, braucht es genügend Planung, viele Versuche und genügend Zeit.

Der gebaute Prototyp hat noch viel Verbesserungspotenzial. Wie z.B. um die Spannung zu erhöhen könnten wir noch ein zweites TEG-Element hinzufügen. Die Verbindungen durch die Schrauben könnten noch verbessert werden, indem man eine Schraube mit einer schlechter leitenden Legierung verwendet. Aber auch ein Gehäuse zu bauen, um die Portabilität zu verbessern, wäre ein Verbesserungspunkt.

8. Schlusswort

Im Großen und Ganzen hat uns die Arbeit Spaß gemacht und etwas Neues nähergebracht. Durch die ganze Recherche, das Verfassen unserer Arbeit und den Bau eines Prototyps haben wir einiges dazugelernt und konnten sehen, was der Thermoelektrische Generator alles so kann. Die eigene Anwendung unseres Themas durch einen Bau von einem Prototyp hat eigene Nähe geschaffen und es bestand dadurch nicht nur aus Theorie. Wir werden sicherlich in der Zukunft mehr acht darauf geben, wo solche Bauteile eingesetzt werden und sind gespannt wie es sich weiterentwickeln wird. Der Prototyp hätte sicherlich noch viel Verbesserungspotenzial, doch die weitere Entwicklung hätte noch viel Zeit beansprucht, die wir leider nicht mehr hatten. Durch Rückschläge beim Prototypen haben wir auch einiges dazugelernt, z.B. wie man den TEG effizienter anwenden kann.

Durch die Nutzung verschiedener Internetdienste und guter Absprache hat die Zusammenarbeit einwandfrei funktioniert.

9. Quellenverzeichnis

direkt übernommen (Bild)	leicht bearbeitet	stark bearbeitet	selbst erstellt
Quellen Kapitel: Titelseite Bild: https://www.conrad.de/de/peltier-element-154-vdc-25-a-214-w-l-x-b-x-h-30-x-30-x-4-mm-tes1-127025-1389163.html			

direkt übernommen (Bilder)	leicht bearbeitet	stark bearbeitet (Text)	selbst erstellt
Quellen Kapitel: Geschichte Bilder: https://de.wikipedia.org/wiki/Thomas_Johann_Seebeck https://de.wikipedia.org/wiki/Jean_Peltier https://www.google.ch/search?q=peltier+element&rlz=1C1GKLA_enCH687CH687&espv=2&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahU-KEwjE57zB7OXSAhVBFMAKHfmWD2IQ_AUIBigB&biw=1920&bih=974#imgrc=4aT57ay5HCap1M: Text: https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelement#Geschichte			

direkt übernommen (Bilder)	leicht bearbeitet	stark bearbeitet (Text)	selbst erstellt
Quellen Kapitel: Funktion Bilder: https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelektrizit%C3%A4t http://www.teg2020.com/de/projekt/te-module/ http://www.nature.com/nature/journal/v508/n7496/fig_tab/508327a_F1.html http://www.quick-cool-bibliothek.de/peltierelemente/technische-erlaeuterung-peltierelemente.htm http://www.projektgruppen.e-technik.tu-dortmund.de/cms/de/Projektgruppen/pg_detail/index.php?id=98&lg=1 https://www.energie-lexikon.info/thermoelektrischer_generator.html Text: https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelektrische_Spannungsreihe https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelektrizit%C3%A4t https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelement https://de.wikipedia.org/wiki/Peltier-Element http://www.quick-cool-bibliothek.de/peltierelemente/technische-erlaeuterung-peltierelemente.htm			

Thermoelektrischer Generator (TEG)

direkt übernommen (Bilder)	leicht bearbeitet	stark bearbeitet (Text)	selbst erstellt
<p>Quellen</p> <p>Kapitel: Zukunft</p> <p>Bilder: https://www.google.ch/search?q=thermoelektrischer+generator+auto&tbm=isch&imgil=uUvqXE_NVB1JxM%253A%253BCIm8FXTTvt_d_mM%253Bht-tps%25253A%25252F%25252Fwww.heise.de%25252Fautos%25252Fartikel%25252FStrom-aus-Abwaerme-Der-thermoelektrische-Generator-von-BMW-452089.html&source=iu&pf=m&fir=uUvqXE_NVB1JxM%253A%252CCIm8FXTTvt_d_mM%252C_&usg=__U80ow4MLcD6JSI4cxIH-dkaB3ao%3D&biw=1920&bih=974&ved=0ahUKEwjam5KI7uXSAhVsK-MAKHc_OC_4QyjclLQ&ei=LzPQWJrIEuzQgAbPna_wDw#tmb=isch&q=thermoelektrischer+generator&*&imgrc=fRuT8bUtV7ANdM https://www.sixt.com/audi-rental/ http://www.lxstruments.com/de/branchenloesungen_luft-und-raumfahrt.html https://www.shutterstock.com/de/video/clip-8640934-stock-footage-futuristic-cityscape-with-metallic-skyscrapers-and-hoovering-aircrafts-for-science-fiction-or.html https://www.auto-treff.com/bmw/vb/printthread.php?t=249131 https://www.google.ch/search?q=thermoelektrischer+generator+auto&tbm=isch&imgil=uUvqXE_NVB1JxM%253A%253BCIm8FXTTvt_d_mM%253Bht-tps%25253A%25252F%25252Fwww.heise.de%25252Fautos%25252Fartikel%25252FStrom-aus-Abwaerme-Der-thermoelektrische-Generator-von-BMW-452089.html&source=iu&pf=m&fir=uUvqXE_NVB1JxM%253A%252CCIm8FXTTvt_d_mM%252C_&usg=__U80ow4MLcD6JSI4cxIH-dkaB3ao%3D&biw=1920&bih=974&ved=0ahUKEwjam5KI7uXSAhVsK-MAKHc_OC_4QyjclLQ&ei=LzPQWJrIEuzQgAbPna_wDw#imgrc=uUvqXE_NVB1JxM https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/simulation-und-virtuelle-welten-mars-rover.html</p> <p>Text: https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/simulation-und-virtuelle-welten-mars-rover.html http://www.dlr.de/desktopdefault.aspx/tabid-5964/9712_read-19300/</p>			

direkt übernommen	leicht bearbeitet	stark bearbeitet	selbst erstellt
<p>Quellen</p> <p>Kapitel: Prototyp</p> <p>Bilder: Von Andrew fotografiert</p> <p>Text: Selber verfasst anhand des Prototyps</p>			

10. Schlusserklärung

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

Andrew Bucher

Lukas Kneuss

11. Arbeitsjournal

KW/ Da- tum	Zeit	Wer	Tätigkeit	Arbeits- ort	Reflexion	Nächste Schritte (Pendenzen)
KW08	1h	LK/AB	Aufsetzen und er- stellen des Mind- maps mit Freemind	Gibb	Mindmap gibt dem Projekt Struktur	Nach dem Mindmap die Arbeit aufbauen und in die Dokumentation ein- binden.
KW09	2h	LK/AB	Projektplanung, Restliche Material- beschaffung für Prototyp	Gibb / zu Hause	Materialbe- schaffung funktionierte gut	Planung des Prototyps, Beginn mit der Recher- che
KW10	2h	LK/AB	Aufsetzen von Word-Dokument, Recherche Planung Prototyp	Gibb	Recherche wird noch viel Arbeit mit sich bringen	Word weiterbearbeiten, Arbeiten an den Kapiteln
KW10	5h 5h 3h	LK AB AB	Arbeiten an Ge- schichte/Zukunft Arbeiten an Funk- tion Arbeiten am Proto- typ	zu Hause / Werk- statt	Prototyp hat noch nicht ge- wollte Funk- tion	Recherchen zur Ge- schichte/Zukunft in Do- kumentation einfügen und den Prototyp testen.
KW11	2h 2h	LK AB	Arbeiten an Zukunft Arbeiten an Funk- tion	Gibb	Arbeiten am Dokument kommen gut voran	Planung neuer Prototyp, weiter an kapiteln arbei- ten
KW11	4h 3h 3h 2h	LK AB AB LK/AB	Arbeiten an Ge- schichte/ Zukunft Arbeiten an Funk- tion/ Prototyp Arbeiten am Proto- typ Fertigstellen der Ar- beit	zu Hause / Werk- statt	Zweiter Proto- typ funktio- niert, Doku- ment nimmt Gestalt an	Prototyp testen und fer- tigstellen, abschließende Arbeiten am Dokument,
KW12	3h	LK LK/AB	Dokument Forma- tierung Abgabe der Arbeit	zu Hause / Gibb		Fertigstellung Dokument Vortrag erarbeiten