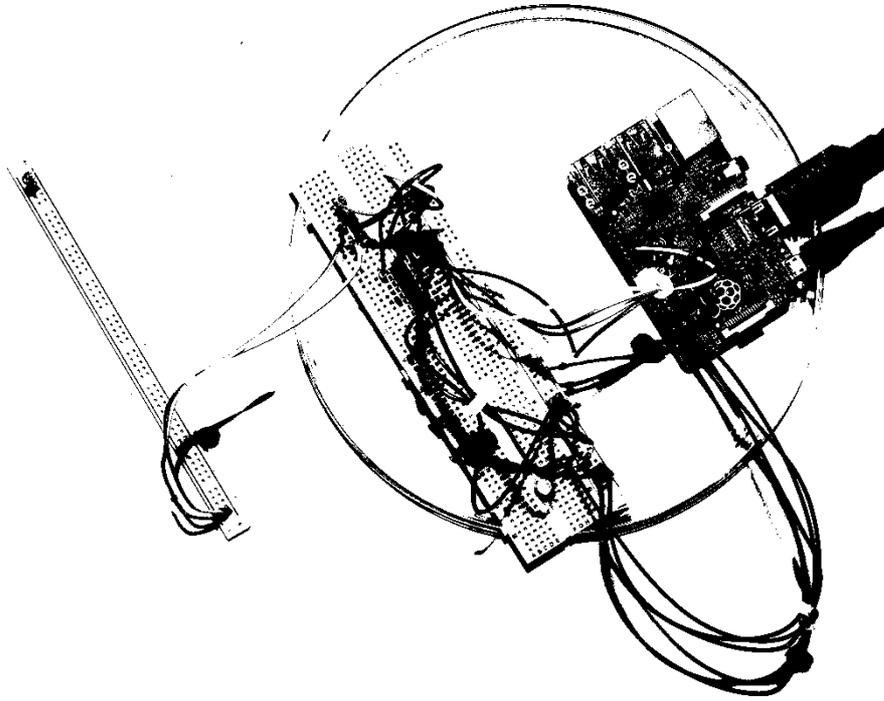


Lichtsparwunder-BOX



Projektarbeit für die
Energie- und Klimawerkstatt

Yaroslav Kovalev, Marcel Kalbermatten
Berufsbildungsschule Winterthur
Polymechniker, Konstrukteure 4kb14a
März 2018
Lehrperson: Herr Patrick Sigrist

Lichtsparwunder-BOX

Projekt-Team:

Marcel Kalbermatten, Yaroslav Kovalev

Berufe:

Konstrukteur / Polymechaniker

Lehrjahr:

4. Lehrjahr

Name der Schule oder des Betriebs:

BBW Winterthur Abteilung Maschinenbau

Name der Lehrperson oder der Berufsbildnerin/des Berufsbildners:

Herr Patrick Sigrist

Wettbewerbs-Kategorie: Innovationsprojekt

Zusammenfassung:

Uns ist aufgefallen, dass das Licht in unseren Büroräumen jeweils am Morgen eingeschaltet wird und trotz Sonnenschein den ganzen Tag angestellt bleibt. Da wir der Ansicht sind, dass dies eine unnötige Energieverschwendung darstellt, wollten wir eine Lösung für dieses Problem finden:

Mit unserer Projektarbeit wollen wir, mit Hilfe eines Raspberry Pi's und eines Fotowiderstandes, eine intelligente Lichtregelung konzipieren, um das Licht in den Büroräumen auf Basis der Sonneneinstrahlung zu regeln.

Dies soll zu einem geringeren Energieverbrauch und einer sinnvolleren Nutzung des Lichtes führen.

Energiesparpotential in Prozent: 89%

Vorwort

Das Thema Klimaschutz ist omnipräsent und hat uns bereits die gesamte Schulzeit begleitet. Nicht nur ist es aktuell und wichtig, nein es ist auch sehr vielseitig und komplex.

Es fiel uns deshalb nicht leicht ein spezifisches Thema auszusuchen, die Möglichkeiten für ein Umweltprojekt sind schliesslich fast unendlich.

Wir hatten zwar viele Ideen, die meisten waren aber zu komplex, zu wenig konkret oder nicht umsetzbar.

Als wir schliesslich auf das Thema Lichtsparen mittels einer Lichtregulierung kamen, waren wir alle sofort überzeugt. Einerseits ist es ein technisches Projekt, andererseits ist es etwas, was wir tagtäglich nutzen könnten.

Schnell wurden erste Details besprochen und das Projekt kam ins Rollen. Mit einigen Tipps von unserem Elektrotechnik Lehrer Herrn Kurt Meier konnten wir unser Aufbau auch noch etwas vereinfachen.

Ein Problem stellte jedoch das Programmieren dar, da einzig Yaroslav die dafür nötigen Computerkenntnisse besitzt.

Wir einigten uns darauf, dass als Ausgleich Marcel das Schreiben der Dokumentation übernehmen.

Rasch wurden auch noch die letzten offenen Punkte beschlossen und das Projekt konnte beginnen.

Winterthur 6. März 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Motivation	4
2	Ideensuche / Projektdefinition	5
2.1	Projektdefinition und Zielsetzung	5
2.2	Umsetzbarkeit.....	6
3	Projektplanung	7
3.1	Die wichtigsten Meilensteine.....	7
3.2	Detaillierter Aufgabenplan.....	7
4	Konkrete Umsetzung.....	8
4.1	Baugruppenbeschrieb.....	8
4.2	Programm.....	10
4.3	Funktionsbeschrieb.....	10
4.4	Testlauf.....	10
4.5	Auswertung Funktion	11
5	Kosten.....	11
6	Berechnung.....	12
7	Auswertung der Projektarbeit	14
7.1	Rückblick	14
7.2	Erkenntnisse.....	14
7.3	Perspektiven.....	14
8	Quellenverzeichnis.....	15
8.1	Abbildungsverzeichnis	15

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Schweiz ist drauf und dran den Klimawandel zu bremsen. Dazu wird versucht, weniger in fossile Energien zu investieren und bei Neuplanungen auf erneuerbare Energien zurückzugreifen. Zusätzlich finden sich technologische Fortschritte und es werden weniger alte Geräte, welchen einen hohen Stromverbrauch aufweisen, verwendet.

Potenzial zum Einsparen von Strom, sehen wir bei durchgehend leuchtenden Lampen. Mit diesem Grundgedanken beschäftigt sich unser Klimaprojekt.

Mit unserer Lichtsparwunder-BOX wollen wir den Energieverbrauch in Büroräumen reduzieren. Mit Hilfe eines Raspberry Pi's und eines Fotowiderstandes wollen wir eine intelligente Lichtregelung konzipieren, um damit Strom einzusparen. Dabei wird das Licht im Büro je nach Sonneneinstrahlung gedimmt bzw. erhell.

1.2 Motivation

Wir liessen uns inspirieren, durch die unzähligen Lichter, welche unnötigerweise brennen gelassen werden. Der Gedanke an die Unmengen an Energie, welche dadurch verschleudert werden, bewegte uns dazu, eine Arbeit in diesem Bereich zu realisieren.

Ausserdem ist uns aufgefallen, dass wir selbst die Angewohnheit haben, am Morgen ins Büro zu laufen, das Licht anzuschalten und es den ganzen Tag brennen zu lassen, obwohl es nicht vonnöten wäre.

Unser Ziel ist es, mithilfe unserer Lichtsparwunder-BOX, den Stromverbrauch in den Geschäftsräumen zu reduzieren. Dadurch muss weniger Strom produziert werden und dies wirkt sich positiv auf die Klimabilanz aus.

2 Ideensuche / Projektdefinition

Unser erster Schritt bestand darin, uns über bereits bestehende Projekte der Klimawerkstatt zu informieren und gleichzeitig inspirieren zu lassen. Aufgrund der grossen Anzahl der bereits realisierten Projekte, viel es uns anfangs relativ schwer, eine neue Projektidee zu finden.

Nachfolgend sind unsere Projektideen aufgelistet:

Projektideen:

- Urban Gardening:
Öffentliche Gartenanlagen in Städten / Kleingärten auf Balkons bzw. Terrassen
- CO2-freundliches Kochen:
CO2-freundliches Kochbuch / CO2-freundliche Kochmethoden
- Umweltfreundliche Architektur:
Realisierte Bauwerke / Weitere Möglichkeiten für umweltfreundliche Architektur
- Lichtsparwunder-BOX:
Automatische Lichtregulierung in Büroräumen abhängig der Sonneneinstrahlung

Methoden zur Ideensuche:

- Brainstorming im Team
- Internetrecherche
- Ideensuche im privaten Umfeld

2.1 Projektdefinition und Zielsetzung

Innovationsprojekt:

Neue Ideen sind gefragt! Der Erfinderpreis wird an Projekte verliehen, die auf witzige oder kreative Art und Weise Energie einsparen. Suche nach neuen, originellen Wegen im Betrieb, in der Schule oder zu Hause Energie einzusparen. Konstruiere einen Prototyp oder ein Modell und finde heraus, welche Firmen an der Erfindung Interesse haben könnten.

2.2 Umsetzbarkeit

Nachdem wir die Projektideen miteinander verglichen und die Umsetzbarkeit überprüften, entschieden wir uns schlussendlich für die Lichtsparwunder-BOX. Dieses Projekt ist für uns am nächsten mit unserer Beruflichen-Praxis verbunden und liegt in unseren Hauptinteressensgebieten. Die Umsetzbarkeit scheint uns realistisch, da der Aufbau der Lichtsparwunder-BOX simpel gehalten werden soll und der Aufwand im zeitlichen Rahmen liegt. Hauptsächlich könnten Probleme bei der Umsetzung der Steuerung auftauchen, da diese den komplexesten Bereich unserer Projektarbeit darstellt.

Da wir bereits den Mikrocomputer und andere benötigten Materialien besitzen, benötigen wir nur geringe finanzielle Mittel, wodurch wir uns Zeit für Sponsorensuche etc. einsparen können. Zeitlich sehen wir keine Engpässe auf uns zukommen, da wir wie bereits erwähnt den Grossteil der Materialien bereits besitzen und uns eine Sponsorensuche entfällt.

3 Projektplanung

3.1 Die wichtigsten Meilensteine

Aufgabe	Termin
Konzipierung eines Schaltplanes und Programmes	14.11.2017
Bestellung des Materials	21.11.2017
Fertigstellung der Lichtsparwunder-BOX	20.02.2018
Testlauf Lichtsparwunder-BOX	27.02.2018
Berechnung des Energiesparpotenzials	06.03.2018
Dokumentation	20.03.2018

3.2 Detaillierter Aufgabenplan

Was	Arbeitsaufwand	Wer	Bis wann
Informationsbeschaffung	2h	Team	14.11.2017
Materialbeschaffung	0.5h	Yaroslav	21.11.2017
Konzipierung der Wundersparwunderbox	2h	Team	28.11.2017
Zusammenbau der Lichtsparwunder-BOX	0.25h	Marcel	09.01.2018
Programmierung der Software	25h	Yaroslav	06.02.2018
Messen des Energieverbrauches	0.25h	Yaroslav	13.02.2018
Berechnung des Energiesparpotentials	3h	Marcel	20.02.2018
Dokumentation verfassen	10h	Marcel	13.03.2018

4 Konkrete Umsetzung

Unsere Lichtregulierung möchten wir mittels eines Mikrocomputers steuern. Als Sensor nutzen wir einen Fotowiderstand. Der Mikrocomputer wertet die Daten des Sensors aus und steuert anschliessend die LED an. Um die Daten auszulesen und die LED zu steuern, werden wir ein Programm schreiben. Wir haben uns bewusst dazu entschieden, LED's zu verwenden, da diese im Vergleich zu alten Glühbirnen und Lichtröhren, bereits einiges an Energie einsparen.

4.1 Baugruppenbeschreibung

Legende Komponenten:

1 Analog-Digital-Wandler

2 Fotowiderstand

3 LED

4 Raspberry Pi & GPIO Pins

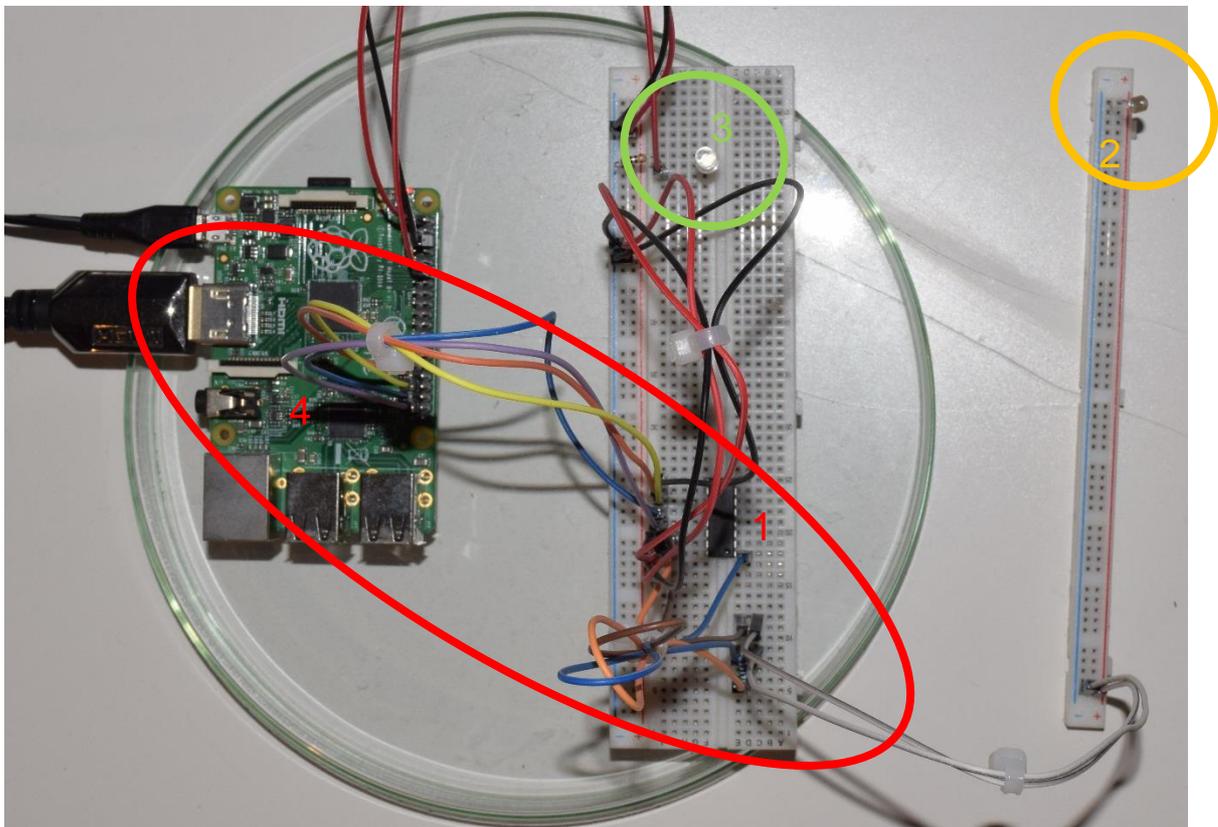
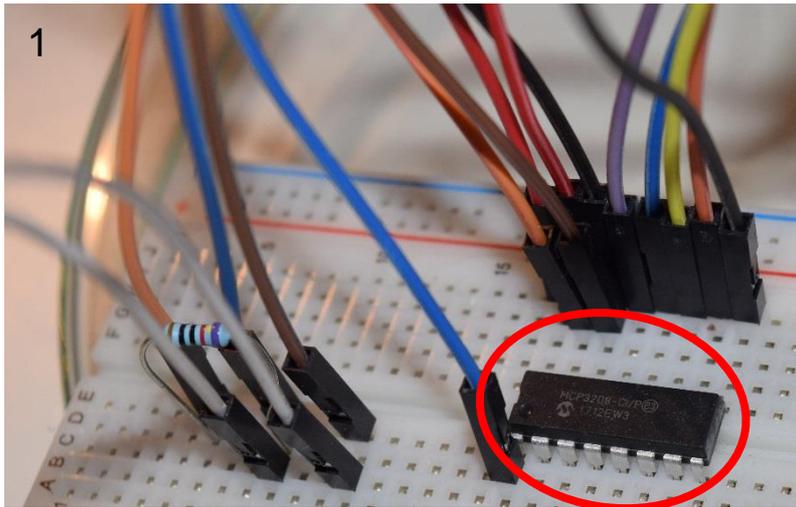


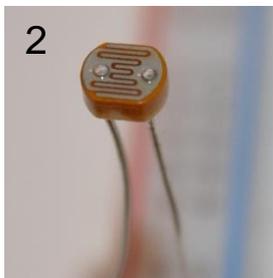
Abbildung 1: Lichtsparwunder-BOX

—	Eingabe
—	Verarbeitung
—	Ausgabe



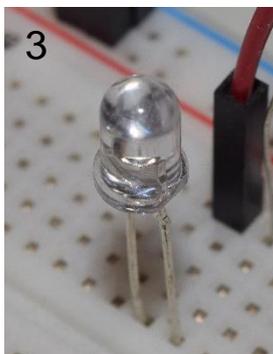
Der Analog-Digital-Wandler erfasst die Spannung am Fotowiderstand und wandelt sie in digitale Signale um.

Abbildung 2: Analog-Digital-Wandler



Der Fotowiderstand verändert seinen Widerstand in Abhängigkeit der Intensität des Lichtes. Je mehr Licht einfällt, desto geringer ist der Widerstand.

Abbildung 3: Fotowiderstand



Die Helligkeit der LED variiert in Abhängigkeit der Pulsweite.

Abbildung 4: LED

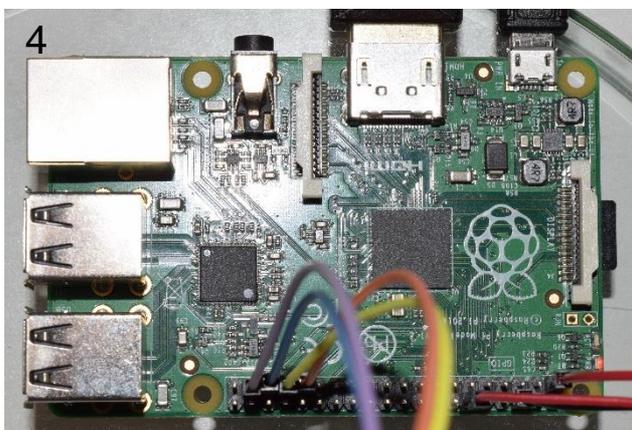


Abbildung 5: Raspberry Pi

4.2 Programm

Der erste Schritt besteht darin, die Spannung am Fotowiderstand zu erfassen. Parallel zu diesem Schritt werden die aktuelle Zeit und das Datum abgefragt. Nachdem die Spannung vom Fotowiderstand erkannt wurde, wird der anliegende Spannungswert weitergegeben. Die nächste «Funktion» gibt aufgrund des Spannungswertes die entsprechende Stufe zurück, aus welcher der t-Wert ermittelt wird.

(t-Wert: Der t-Wert beschreibt, wie lange die Diode pro Zeiteinheit aktiv ist.)

Dieser t-Wert wird im nächsten Abschnitt an den PWM-Pin weitergegeben, worauf der PWM-Pin auf den entsprechenden t-Wert schaltet. Nach dem Durchlauf dieses Schrittes, werden die Daten geschrieben. Das bedeutet, es werden Datum, Zeit, Spannung, Widerstand, t-Wert und die Stufe protokolliert. Nachfolgend wird für eine Zeitspanne von 30 Sekunden pausiert, worauf die Rückmeldung folgt, dass die Daten fertig geschrieben sind.

Anschliessend beginnt der Prozess von vorne.

4.3 Funktionsbeschreibung

Der Fotowiderstand reagiert auf die Veränderung der Helligkeit. Ein Analog-Digital-Wandler erfasst diese Reaktionen des Fotowiderstandes. Damit der Prozess der Regulierung starten kann, wird jetzt das Programm abgearbeitet. So wird vorgegeben, wie lange der Raspberry-Pi die Diode pro Zeiteinheit einschalten soll.

4.4 Testlauf

Der erste Testlauf brachte einige Schwierigkeiten, sowie Erkenntnisse mit sich. Das erste Problem bestand darin, dass der Analog-Digital-Wandler falsch angeschlossen wurde, was bedeutet, dass der Input und der Output-Pin verwechselt wurden, wodurch die Regulierung nicht funktionierte. Diesen Fehler zu finden, mag simpel klingen, war jedoch alles andere als einfach. Um den Fehler ausfindig zu machen, benötigte es ca. 3 Stunden.

Zusätzlich bemerkten wir beim ersten Testlauf, dass die LED's flackern würden, wenn andere Lichtquellen wie z.B. Schreibtischlampen, die Helligkeit von aussen und somit den Fotowiderstand beeinflussen würden. Um die Empfindlichkeit des Fotowiderstandes (0,025mV) herabzusetzen, wurde ein Toleranzfeld für den Fotowiderstand festgelegt. Dieses Toleranzfeld soll eine frühzeitige Schaltung der Helligkeitsstufe verhindern.

Die Auswertung der Daten (Datum, Uhrzeit, Spannung, Widerstand, t-Wert, Stufe) funktionierte hingegen bereits beim ersten Testlauf ohne Probleme.

4.5 Auswertung Funktion

Nachdem wir die Fehler, welche wir im Kapitel 4.4 erwähnt haben, beheben konnten, führten wir einen erneuten Testlauf durch, welcher einen positiven Verlauf mit sich brachte. Wir haben unser Ziel bezüglich der Funktion erreicht: Der Fotowiderstand reagiert wie gewünscht auf den jeweiligen Lichteinfall, es sind verschiedene, sinnvolle Stufen für die Regelung vorhanden und wir konnten ein unschönes Flackern der LED's verhindern.

5 Kosten

Komponente	Preis
Raspberry Pi	39 CHF
Fotowiderstand	3 CHF
Diverse Widerstände	0,1 CHF
LED	1 CHF
Steckkarte	10 CHF
Steckverbinder	3 CHF
Analog-Digital Wandler	5 CHF
Total	61,1 CHF

6 Berechnung

Die untenstehende Formel benutzen wir, um die Arbeit auszurechnen, welche die Diode während eines Messintervalls verbraucht.

$$W = U * I * t \qquad \text{Arbeit} = \text{Spannung} * \text{Strom} * \text{Zeit}$$

In dieser Formel setzen wir die jeweiligen Messergebnisse ein, welche wir aus unseren Testläufen erhielten. Die Summe aus allen Werten für die Arbeit, ergab einen Wert für einen Zeitraum von ca. 10h. Als Vergleich berechneten wir die Arbeit, welche die Diode bei voller Leistung verbrauchen würde (Diode während 10h durchgehend eingeschaltet.). So konnten wir berechnen, wie viel Prozent Energie wir mithilfe unserer Lichtsparwunder-BOX pro Tag einsparen konnten.

Aus den Ergebnissen von mehreren Tagen errechneten wir dann einen Mittelwert. Das Resultat zeigte, dass wir im Durchschnitt ca. 80% an Energie einsparen würden. Zu bemerken ist, dass unsere Messungen in der Winterzeit stattfanden. In dieser Zeit ist der Lichteinfall in einen Raum wesentlich kleiner als im Sommer. Daraus zogen wir den Schluss, dass wir in der Sommerzeit durchaus noch mehr Energie mithilfe unserer Lichtsparwunder-BOX einsparen könnten.

Beispiel Berechnung:

Gegebene Werte:

Uhrzeit: 07:00:30 (Variabel pro Messung)

Messungsintervall: 30s

Anzahl Schaltstufen: 1024

Spannung: 2.85V

Strom: 9mA

Gesuchte Werte:

Arbeit W

Arbeit W bei Dauerbetrieb (10h)

Energieeinsparung

Ansatz:

$$W = U * I * t$$

Lösung:

$$\text{Konstante } K = \frac{30s}{1024} = 0.029296875$$

$$W = 2.85V * 0.009A * 1024 * 0.0293 = 0.7695J \rightarrow \text{Insgesamt } 1171 \text{ versch. Werte.}$$

$$\text{Summe aus allen } 1171 \text{ Arbeitswerten} = 140.164726J$$

$$\text{Arbeit } W \text{ bei Dauerbetrieb (10h)} = ((2.85V * 0.009A * 30s) * 1171) = 901.0845J$$

$$\text{Energieeinsparung} = 100 - \left(\frac{100}{901.1J} \right) * 140.2J = \mathbf{84.4\%}$$

Diagramm Energieeinsparung:

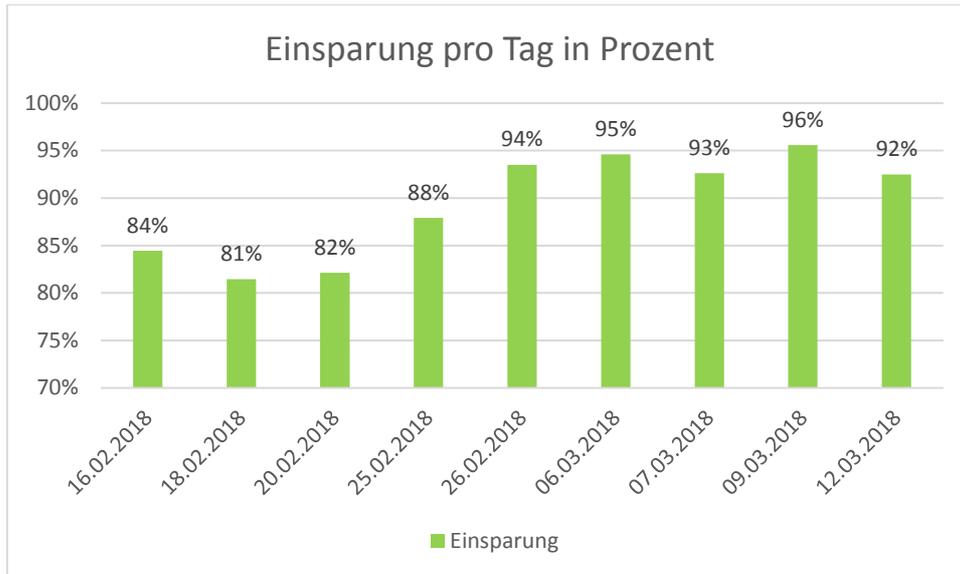


Abbildung 6: Diagramm Energieeinsparung

Wir führten an verschiedenen Tagen Messungen durch und rechneten schlussendlich eine durchschnittliche Energieeinsparung aus, welche ca. 89% beträgt.

7 Auswertung der Projektarbeit

7.1 Rückblick

Wenn wir auf die Zeit der Projektarbeit zurückblicken, sehen wir eine herausfordernde, aber auf der anderen Seite auch eine sehr lehrreiche Zeit. Anfangs war es für uns schwer, uns vorzustellen in welche Richtung unsere Projektarbeit sich orientieren soll. Wir hatten diverse Ideen aber keine hatte das gewisse Etwas, bis wir beim zusammenstecken unserer Köpfe auf die Idee der Lichtsparwunder-BOX gestossen sind. Wir hatten das Gefühl etwas gefunden zu haben, womit wir effektiv etwas bewirken können.

Unsere Teamarbeit funktionierte sehr ruhig und fliessend. Da jedem allzeit bekannt war, wer, welche Aufgaben bis wann zu erledigen hat und wir uns nach jeder Besprechung aufs Neue organisierten, entstand automatisch eine Struktur innerhalb der Gruppe, die uns beim Einhalten des Zeitplans zu Gute kam.

Über die gesamte Projektarbeit gesehen, hatten wir relativ wenig Problem. Das einzige was hin und wieder an Motivation kostete, war die Fehlersuche, welche oft einen grossen Zeitraum in Anspruch nahm.

Jetzt wo wir am Ende unserer Projektarbeit stehen, können wir überzeugt vor unserer Lichtsparwunder-BOX stehen und auf unsere gesetzten und gleichzeitig erreichten Ziele zurückblicken. Wir sind erleichtert und gleichzeitig auf eine Gewisse Art erstaunt, dass unsere Lichtsparwunder-BOX ca. 80% des Energieverbrauchs einspart. Manchmal sind es halt die offensichtlichen Dinge, wie z.B. einfach das Licht bei Nichtgebrauch zu löschen, welche grosses bewirken können.

7.2 Erkenntnisse

Unsere grösste Erkenntnis besteht sicherlich darin, dass es ein grosses Potenzial gibt, Energie einzusparen. Uns ist dies mit einem minimalen Kostenaufwand und im Allgemeinen mit relativ kleinem Aufwand gelungen. Es ist uns nochmals bewusstgeworden, dass es wichtig ist in erneuerbare Energien zu investieren und andere Punkte zu optimieren.

7.3 Perspektiven

Unsere Lichtsparwunder-Box ist zwar ein echter Energiesparer, für die konkrete Umsetzung in Büroräumen müsste man aber noch einigen Hürden nehmen. Unsere Art der Lichtregulation ist nur mit LEDs möglich und in Gebäuden sind meist Leuchtstoffröhren verbaut.

Wir sind uns sicher, dass in nicht allzu weiter Ferne die Zeit kommen wird, in welcher LEDs mit aktiver Lichtregulierung der Standard sein werden. Wir hoffen, dass unser Projekt den Ball ins Rollen bringt und die Gesellschaft dazu bewegt, auf eine effizientere Beleuchtungsmöglichkeit zu wechseln.

8 Quellenverzeichnis

Bücher:

- Jürgen Wolf / C von A bis Z / Rheinwerk Verlag / 2003

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lichtsparwunder-BOX	8
Abbildung 2: Analog-Digital-Wandler	9
Abbildung 3: Fotowiderstand.....	9
Abbildung 4: LED.....	9
Abbildung 5: Raspberry Pi	9
Abbildung 6: Diagramm Energieeinsparung.....	13