

# Energie sparen mit LED - Ganz Easy!



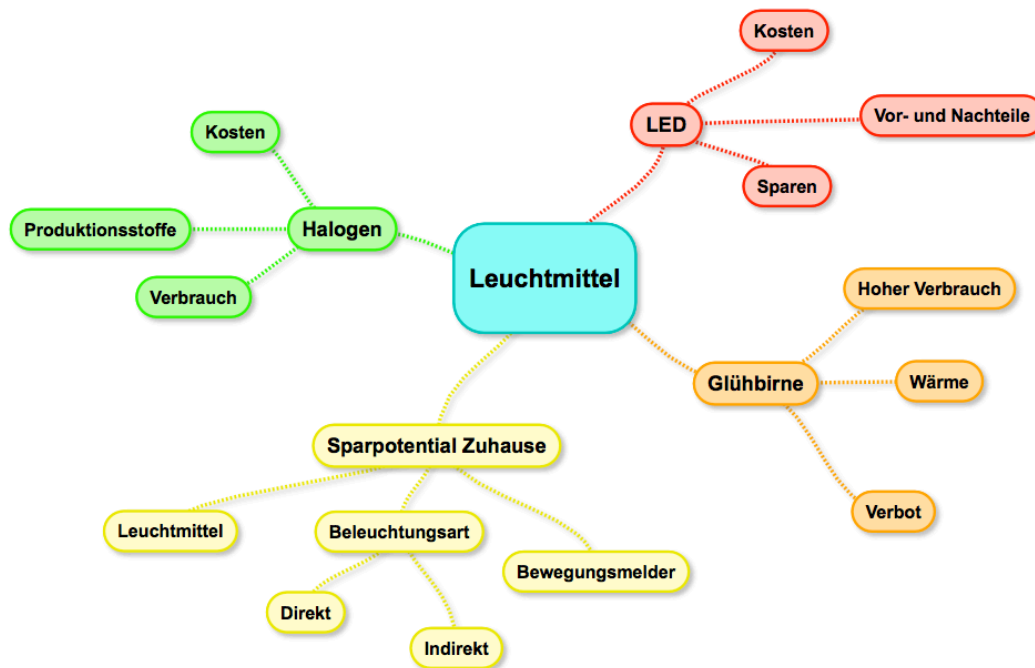
**Name der Autoren:** Michel Wahlen & Lukas Ostertag  
**Beruf:** Lernende Elektroinstallateure EFZ  
**Lehrjahr:** 3. Lehrjahr / 6. Semester  
**Schule:** GIBB Bern  
**Name der Lehrperson:** Pascal Sigg  
**Abgabetermin:** 22.03.2017



# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>MINDMAP</b>  | <b>3</b>  |
| <b>EINLEITUNG:</b>  | <b>3</b>  |
| <b>ZIELFORMULIERUNGEN:</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>GROBPLANUNG</b>  | <b>5</b>  |
| <b>DIE GESCHICHTE DER LED</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>STECKBRIEF HENRY JOSEPH ROUND</b>                          | <b>8</b>  |
| <b>DER VERGLEICH ZWISCHEN DEN VERSCHIEDENEN LEUCHTMITTELN</b> | <b>9</b>  |
| <b>BERECHNUNG DER ENERGIEKOSTEN EINSPARUNG</b>                | <b>10</b> |
| <b>BILDER DER PROJEKTUMSETZUNG</b>                            | <b>12</b> |
| <b>STROMVERBRAUCH PRO JAHR IN DER SCHWEIZ</b>                 | <b>13</b> |
| <b>INTERVIEW MIT DEN HAUSBESITZERN</b>                        | <b>14</b> |
| <b>SCHLUSSEKLRÄRUNG</b>                                       | <b>16</b> |
| <b>ARBEITSJOURNAL</b>   | <b>16</b> |

## Mindmap



## Einleitung:

### Ausgangslage:

Wir alle lassen im Haushalt oder auch am Arbeitsplatz die Leuchtmittel viel zu lange leuchten, dazu kommt das immer noch sehr viele Halogen oder Glühlampen im Einsatz sind. Wir sind der Meinung, dass viele Leute nicht wissen was LED für ein Sparpotential aufweist, wenn man es gezielt und richtig einsetzt.

### Motivation:

Unsere Motivation zu diesem Projekt kommt von unserem Beruf. Wir sehen als Elektroinstallateur-Lehrlinge täglich, was ein Ersatz der alten Leuchtmittel durch neue LED-Leuchtmittel für Auswirkungen haben kann. LED hat ein grosses Potential, das verstärkt in grossen aber auch in kleinen Gebäuden genutzt werden sollte.

Wir wollen mit diesem Projekt aufzeigen, was ein Ersatz der alten Leuchtmittel für Vorteile haben kann. Eine Ergänzung in diesem Projekt ist der zusätzliche Einsatz von Bewegungsmeldern. Mit dem richtigen Einsatz kann dadurch noch mehr Energie gespart werden.

### **Themensuche für das Projekt:**

Da wir Lernende in der Elektrobranche sind, ist das Thema Energie sparen sehr schnell da gewesen, stellte sich nur noch die Frage, mit welchem Produkt wir das Experiment starten wollten. Die LED stellte sich als geeignet dar, so das wir uns entschieden haben, den unterschied zwischen Halogen und LED-Leuchtmitteln aufzuzeigen. Doch das war uns noch nicht genug, wir entschieden uns zusätzlich einen Bewegungsmelder einzusetzen. In gewissen Bereichen lässt sich mit dem Bewegungsmelder noch mehr Energie sparen.

## Zielformulierungen:

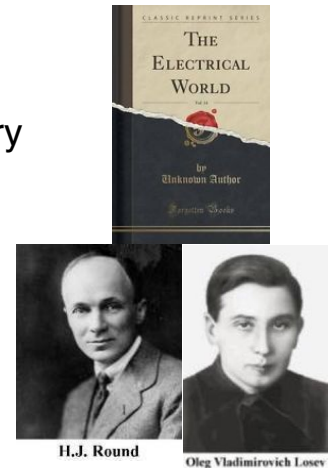
- Wir wollen den Spareffekt bei einer Hausbeleuchtung aufzeigen. Dafür ermitteln wir, wo ein Austausch sinnvoll ist, verbauen LED und Bewegungsmelder und berechnen die Stromeinsparung. Der Ist-Zustand wird mit einer Analyse dokumentiert, die Änderungen werden errechnet, die Ergebnisse mit Bildern dokumentiert und ein Erfolg aufgezeigt.
- 
- Im zweiten Teil holen wir Meinungen der Bewohner ein. Wir führen ein Interview mit den Bewohnern durch und fragen, wie sie das Resultat beurteilen. Durch die Auswertung der Interviews zeigen wir Vor- und Nachteile unserer Installation auf, benennen Verbesserungsmöglichkeiten und weiteres Sparpotential.

## Grobplanung

| Woche  | Arbeitsschritte   | Verantwortlich                        | Bemerkungen  |
|--------|---|---------------------------------------|--|
| KW. 8  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grobplanung erstellen</li> <li>• Mindmap erarbeiten</li> <li>• Grundlayout erstellen</li> <li>• Materialbeschaffung sprich Leuchtmittel einkaufen</li> </ul>           | M. Wahlen<br><br>L. Ostertag<br>Beide |  |
| KW. 9  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messungen durchführen</li> <li>• Dokumentierung der Messung, sprich aufschreiben der Daten und dann auswerten</li> </ul>   | M. Wahlen<br>L. Ostertag              | Am Objekt  |
| KW. 10 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interview durchführen</li> <li>• Erstellung Inhaltsverzeichnis</li> <li>• Arbeit an der Dokumentation weiterführen</li> </ul>  | Beide<br>L. Ostertag<br>Beide         | Am Objekt<br>Zuhause   |
| KW. 11 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit Fertigstellen               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Korrigieren</li> <li>2. Fehlerbehebung</li> <li>3. Layout anpassen</li> </ol> </li> </ul> | Beide                                 | Zuhause  |
| KW. 12 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgabe 22.03.2017</li> </ul>   | Beide                                 | Schule<br><br>Arbeit ausgedruckt,<br>in digitaler Form<br>dabei. |

## Die Geschichte der LED

**1907** – Die Geschichte der LED beginnt: Der Engländer Henry Joseph Round entdeckt, dass anorganische Stoffe unter elektrischer Spannung leuchten können. Seine Erfindung veröffentlichte er in der Zeitschrift „Electrical World“. Da Round aber hauptsächlich mit der Entwicklung eines neuen Funkortungsverfahrens für die Seefahrt beschäftigt war, geriet seine Entdeckung zunächst wieder in Vergessenheit.



**1921** – Der russische Physiker Oleg Vladimirovich Losev beobachtet diese Lichtemission erneut. Da er darin die Umkehrung des Einstein'schen photoelektrischen Effektes vermutete, untersuchte er das Phänomen in den Folgejahren bis 1942 genauer.

**1935** – Georges Destriau entdeckt eine Lichtemission an Zinksulfid und nennt sie „Lossev-Licht“ zu Ehren des russischen Physikers Losev.

**1951** – Ein technischer Fortschritt in der Halbleiterphysik wird mit der Entwicklung des Transistors erreicht. Damit konnte die Lichtemission erklärt werden. Vorerst untersuchten Wissenschaftler weiterhin Zinksulfid. Ab 1959 konzentrierten sie sich dann ganz auf die Lichterzeugung durch Halbleiter. Sichtbare Lichtemissionen auf Basis eines direkten Mischkristalls von Galliumarsenid (GaAs) und Galliumphosphid (GaP) spielten eine besondere Rolle.

**1962** – Die erste rote Lumineszenzdiode (Typ GaAsP) kommt auf den Markt, entwickelt von dem Amerikaner Nick Holonyak. Sie markiert die Geburtsstunde der industriell gefertigten LEDs.

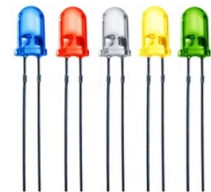
**1971** – Die Entwicklung der LED geht weiter und wird bunter. Dank verbesserter Halbleitermaterialien gibt es LEDs nun in den Farben Grün, Orange, Gelb. Gleichzeitig verbesserten sich Leistung und Effizienz.

**80er bis frühe 90er Jahre** – Mit dem neuen Halbleitermaterial Galliumnitrid (GaN) kommen verschiedene Nuancen von Grün bis zu Ultraviolett ins Spiel. Auf dieser Grundlage entwickelte Shuji Nakamura 1993 in Japan die erste hell strahlende, kommerziell erfolgreiche blaue LED. Er brachte auch die sehr effiziente grüne Indium-Galliumnitrid-Leuchtdiode (InGaN-LED) heraus und später auch eine weiße LED.

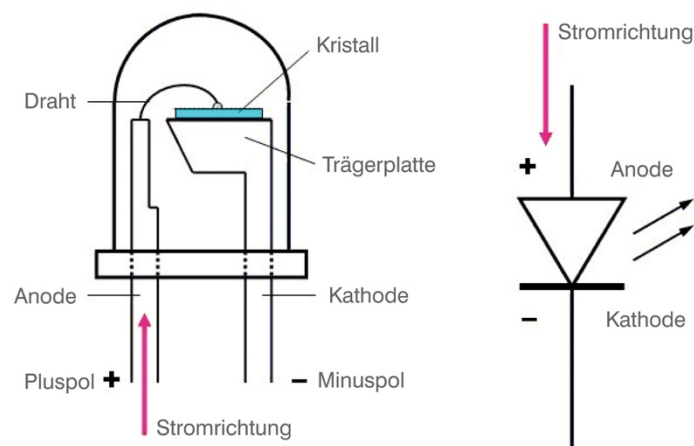
**1995** – Eine LED wird vorgestellt, die durch Zugabe von Leuchtstoffen weißes Licht aus Lumineszenzkonversion gewinnt. Zwei Jahre später kommen diese weißen LEDs auf den Markt.

**2006** – Die ersten LEDs erreichen eine Lichtausbeute von 100 Lumen pro Watt. Ihre Effizienz wird zu diesem Zeitpunkt nur noch von Gasentladungslampen übertroffen.

Der Wirkungsgrad der LED hat sich inzwischen weiter erhöht. LEDs sind dabei nahezu alle Lichtanwendungen zu erobern – und ihre Entwicklung geht weiter...



## Aufbau einer LED



## Steckbrief Henry Joseph Round



Henry Joseph Round war ein englischer Forscher. Er gilt als **Erfinder der Leuchtdiode**.

**Geboren:** 2. Juni 1881, Kingswinford,  
Vereinigtes Königreich

**Gestorben:** 17. August 1966, Bognor Regis,  
Vereinigtes Königreich





**Ausbildung:** Royal College of Science

### Lebenslauf:

Nach seinem Studium am Royal College of Science in London ging er 1902 in die USA wo er für Marconi arbeitete. Zurückgekehrt nach England meldete er um 1913 seine ersten Patente im Bereich der Nachrichtentechnik an. Es folgten weitere Patente im Bereich der seinerzeit aktuellen Röhren- und Sendetechnik. Insgesamt erhielt Round 117 Patente. Die Marconi Elektronenröhre V24 wurde 1916 von Round entwickelt und wurde im Marconi Type 55 Verstärker eingesetzt. Dieser Verstärker arbeitete bis 1 MHz. Deshalb gilt die V24 als erste HF-Triode.



## Der Vergleich zwischen den verschiedenen Leuchtmitteln

|                 | <br>Glühbirne  | <br>Halogenlampe | <br>LED  | <br>Energiesparleuchten  |
|-----------------|---|---|--|---|
| Definition      | Die Glühlampe ist ebenso wie die Sonne und die Halogenlampe ein <b>glühender Körper (Temperaturstrahler)</b>  | Eine Glühbirne, die <b>zusätzlich Halogene</b> wie Brom oder Jod enthält.                         | <b>Licht Emittierende Diode.</b> Die LED ist ein <b>Elektrolumineszenzstrahler</b> und fällt unter die Kategorie der <b>Klein-elektrogeräte.</b>                           | Eine Energiesparlampe ist eine <b>fluoreszierende kompaktleuchtstofflampe</b> und wie der große Bruder Leuchtstoffröhre ist sie eine <b>Gasentladungslampe</b> und ist ebenso wie die LED ein <b>Kleinelektrogerät.</b> |
| Funktion        | In einer Glühlampe wird ein <b>elektrischer Leiter</b> (meist <b>Wolfram</b> ) in Form einer <b>Glühwendel</b> (Glühfaden) durch <b>Stromfluss</b> so stark <b>erhitzt</b> , dass er <b>glüht</b> . |   | Fließt durch die Diode <b>Strom</b> in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht mit einer vom <b>Halbleitermaterial</b> und der <b>Dotierung abhängigen Wellenlänge</b> ab. | Ein <b>Gas</b> (Quecksilber) emittiert unsichtbares <b>UV-Licht</b> , das von einem <b>Leuchtstoff</b> (Phosphor) in sichtbares Licht umgewandelt wird.   |
| Lichtquelle     | Ein <b>glühender Körper</b> (Wolframdraht)  |   | Halbleiter   | <b>Gas + Leuchtstoff</b> (Quecksilber + Phosphor)   |
| Farbtemperatur  | 2700 Kelvin   | 3200 Kelvin   | variabel   | variabel  |
| Farbindex Ra    | 100   |   | 60-80  | 80-85   |
| Preis           | gering  | mittel  | hoch   | hoch  |
| Lebensdauer ca. | 1.000 h   | 2.000-4.000 h   | 50.000-100.000 h   | 12.000 h  |

## Berechnung der Energiekosten Einsparung

### Wichtige Daten zur Berechnung:

|  |       |                  |
|--|-------|------------------|
| Stromkosten pro kWh (Standort Köniz BKW) | 0.25  | CHF/kWh          |
| Leuchtdauer pro Tag                      | 6     | Stunden          |
| Tage pro Woche                           | 7     | Tage             |
| Betriebsstunden pro Jahr                 | 2`190 | Stunden pro Jahr |

### Technische Daten:

|                               | Alte Halogen Beleuchtung | Neue LED Beleuchtung |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Leistungsaufnahme             | 46 W                     | 10W                  |
| Anzahl der Leuchten pro Etage | 5 Stück                  | 5 Stück              |
| Anschaffungspreis pro Stück   | 3.40 CHF                 | 17.00 CHF            |
| Wartungsintervall             | 2`000 Stunden            | 50`000 Stunden       |

### Halogen:

5 Lampen a 46W = 230W = 0.23KW  
 Energieverbrauch = 2`190h x 0.23KW = 503.7 kWh  
 Energiekosten = 503.7 kWh x 0.25Rp/kWh = 110.8 CHF => 125.90 CHF  
 Lampenkosten = 3.40 CHF x 5 Lampen = 17 CHF => 17.00 CHF  
**Total in 1 Jahr 142.90 CHF**

### LED:

5 Lampen a 10W = 50W = 0.05KW  
 Energieverbrauch = 2`190h x 0.05KW = 109.5 kWh  
 Energiekosten = 109.5 kWh x 0.25Rp/kWh = 27.4 CHF => 27.40 CHF  
 Lampenkosten = 17.00 CHF x 5 Lampen = 85 CHF => 85.00 CHF  
**Total in 1 Jahr 112.40 CHF**

## Hochrechnung auf 10 Jahre

### Halogen:

Energiekosten: 142.9 CHF x 10 Jahre = 1'429 CHF => 1'429 CHF

Lebensdauer: (2'000h)

Laufzeit in 10 Jahren: 2'190h x 10 Jahre = 21'900h

Lampenkosten: 3.40 CHF x 11 Stück x 5 Lampen => 187.00 CHF

Total in 10 Jahren 1'466.40 CHF

### LED:

Energiekosten: 112.4 CHF x 10 Jahre = 1'124 CHF => 1'124 CHF

Lebensdauer: (50'000h)

Laufzeit in 10 Jahren: 2'190h x 10 Jahre = 21'900h

Lampenkosten = 0.00CHF => 0.00 CHF

Total in 10 Jahren 1'124.00 CHF

## Hochrechnung auf das Gesamte Haus:

### LED:

Anzahl Lampen ca.20 Lampen: 4 x 1'124 CHF (pro 5 Leuchten) 4'496.00 CHF

### Halogen:

Anzahl Lampen ca.20 Lampen: 4 x 1'466.4 CHF (pro 5 Leuchten) => 5'865.60 CHF

Lampenkosten: 4 x 187 CHF (pro 5 Lampen) = 748 CHF => 748.00 CHF

Total Haus: 6'613.60 CHF

**TOTALE Einsparung (10 Jahre) in einem 5.5 Zimmer Haus (ohne Bewegungsmelder)**  
2'117.60 CHF

**TOTALE Einsparung (10 Jahre) in einem 5.5 Zimmer Haus (mit Bewegungsmelder ca.+ 10%)**  
2'329.36 CHF



Halogen



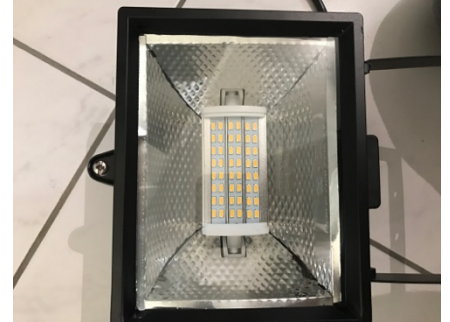
LED

# Bilder der Projektumsetzung

## Strahler



Halogen



LED

## Aussenbeleuchtung



LED

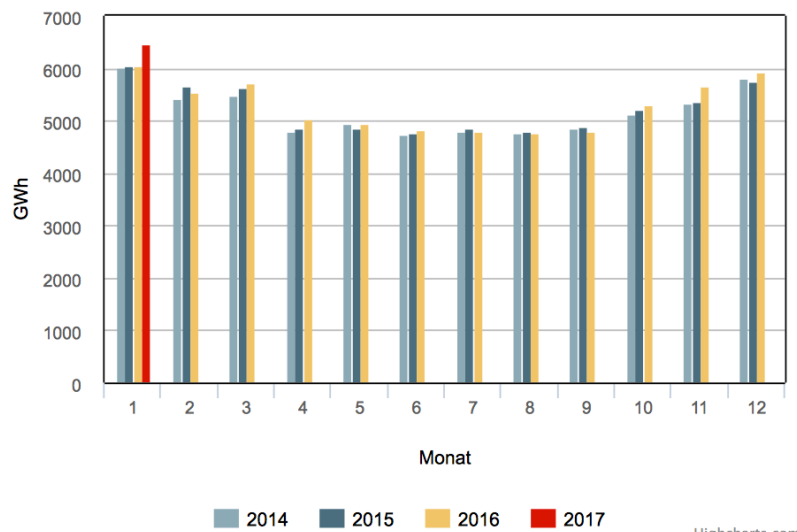
## Bewegungsmelder



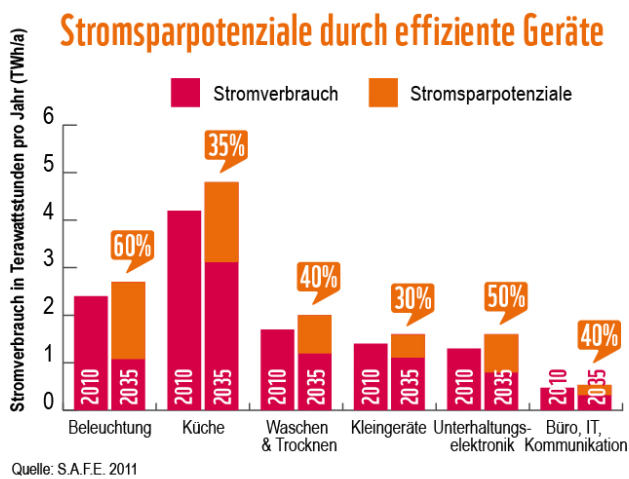
LED

## Stromverbrauch pro Jahr in der Schweiz

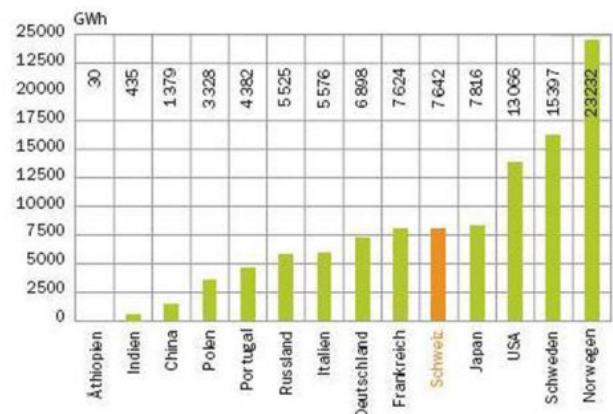
Den meisten Menschen in der Schweiz ist der Energieverbrauch ziemlich egal, denn wir leben in einem Land das über ein sehr gutes Stromnetz verfügt. „Wir Leben im Luxus“, hören wir immer wieder von Menschen die diese Lage begriffen haben. Die Energie allgemein, ganz besonders die Elektrische Energie ist ein Kostbares Gut, das wir gut einteilen sollten. Ohne Elektrische Energie läuft heute praktisch nichts mehr!



(Die Abbildung zeigt die Entwicklung des gesamten Stromverbrauchs pro Monat in der Schweiz. Dies ist die verbrauchte Energiemenge einschließlich Pumpen in Pumpspeicherkraftwerken, Eigenbedarf von Kraftwerken und Verlusten im gesamten Stromnetz.)



### Pro-Kopf-Stromverbrauch weltweit



## Interview mit den Hausbesitzern

- **Was wissen sie über die LED-Leuchtmittel im Gegensatz zu herkömmlichen Leuchtmitteln?**

„Ich weiss, dass sie eine längere Lebensdauer haben und relativ teuer sind!“

- **Haben sie bereits LED-Leuchtmittel im Einsatz in ihrem Haus?**

„Ja, wir haben einen großen Teil der alten Leuchtmittel durch LED ersetzt.“

- **Was kommt ihnen in den Sinn, wenn sie an LED denken?**

„Spontan kommt mir die Lebensdauer in den Sinn und, dass die LED`s ein sehr kaltes Licht ausstrahlen können. Und natürlich auch der zum Teil sehr hohe Anschaffungspreis.“

- **Was wissen sie über die Lebensdauer einer LED im Vergleich zu einer Halogenleuchte?**

„Ich bin mir nicht ganz sicher, aber ich habe schon von einer Lebensdauer gehört die über 50`000 Stunden sein soll.“

- **Wie empfinden sie die Raumbelichtung nach dem Wechsel auf LED?**

„Finde die ganze Beleuchtung heller als früher, so dass es bei gewissen Leuchten zwingend einen Dimmer braucht um das Licht regulieren zu können.“

- **Wie empfinden sie den Austausch der Schalter durch Bewegungsmelder im untersten Stockwerkes ihres Hauses?**

„Es ist sehr praktisch, man kommt mit schweren Taschen in den Keller und das Licht geht sofort an und löscht nach einer kurzen Zeit wieder ab.“

- **Würden sie das LED-Leuchtmittel weiterempfehlen?**

„Ja, es ist eine gute Investition und die Leuchtmittel sind sehr schnell ausgetauscht. Wenn man dann noch berücksichtigt, dass man sehr rasch Strom einsparen kann, ist es einfach genial!“

## Schlusswort/Schlusserklärung

### Schlusswort M. Wahlen:

Mich interessierte ein solches Projekt schon immer. Seit Beginn meiner Lehre als Elektroinstallateur wollte ich wissen, wieviel Strom gespart werden kann durch den Ersatz der alten Leuchtmittel zu neuen LED-Leuchtmitteln. Auch bei der LED gibt es verschiedene Arten, die je nach Einsatzgebiet gewählt werden müssen. Durch die Ergebnisse die wir bekommen haben, bin ich sehr glücklich und hoffe, dass sich dieses Projekt gelohnt hat um den Leuten aufzuzeigen, was alles an kostbarer Energie gespart werden kann.

Durch dieses Projekt haben wir gesehen wie viel gespart werden kann. Wenn man dies in grossen Flächen (Industrie) umsetzen kann, wird das Sparpotential sehr gross sein.

### Schlusswort L. Ostertag:

Das Projekt gefiel mir sehr gut, denn es hat viel mit meinem Alltag zu tun. Als Elektroinstallateur sehe ich wie einfach ein solcher Leuchtmittelwechsel geht und dass die Kosten überschaubar sind. Ich fand es interessant in unserem Selbst Test zu sehen, wie viel wir an Strom gespart haben.

Nach diesem Projekt werde ich besonders die LED Technologie mit gutem gewissen weiterempfehlen können. In meinem Alltag will ich das Thema „Energie sparen“ nicht einfach beiseitelegen, sondern ich will es umsetzen.

## Schlussklärung

„Hiermit versichern wir, dass die vorliegende Arbeit selbständig erstellt wurde. Wir benutzten keine unerlaubte Hilfe.“

Lukas Ostertag

Michel Wahlen

### Arbeitsjournal

| KW | Zeit  | Wer        | Tätigkeit  | Arbeitsort          | Reflexion                                 | Nächste Schritte               |
|----|-------|------------|--|---------------------|---|--------------------------------|
| 6  | 3h    | Beide      | Mindmap erstellen, Grobplanung                         | Schule              | Groberstellung Mindmap                    | Vorbereitung Ideensammlung     |
| 7  | 2.5h  | Beide      | Anschaffung Leuchtmittel                               | Zuhause und Bauhaus | Grosse Auswahl an Leuchtmitteln vorhanden | Einbauen und berechnen         |
| 8  | 1.5h  | Beide      | Auswechslung alter Halogen Leuchten gegen LED Leuchten | Am Objekt           | Schneller Vorgang da einfache Arbeit      | Nächste Messung und Berechnung |
| 9  | 2h    | L.Ostertag | Erstellung Mindmap                                     | Schule              | Mühsames Programm aber am Ende geglückt   | Erstellung Hauptteil           |
| 10 | 2.25h | Beide      | Einsatz Bewegungsmelder                                | Zuhause             | Einfacher Einbau                          | Interview mit Eltern           |
| 11 | 8h    | Beide      | Hauptteil Einleitung                                   | Schule, Zuhause     | Auflockernde Bilder benutzen              | Fertigstellung Arbeit          |
| 12 | 4h    | M.Wahlen   | Hauptteil Fertigstellung, Schlusskontrolle             | Zuhause             | Schwierige Textarbeiten                   | Abgabe der VA                  |