

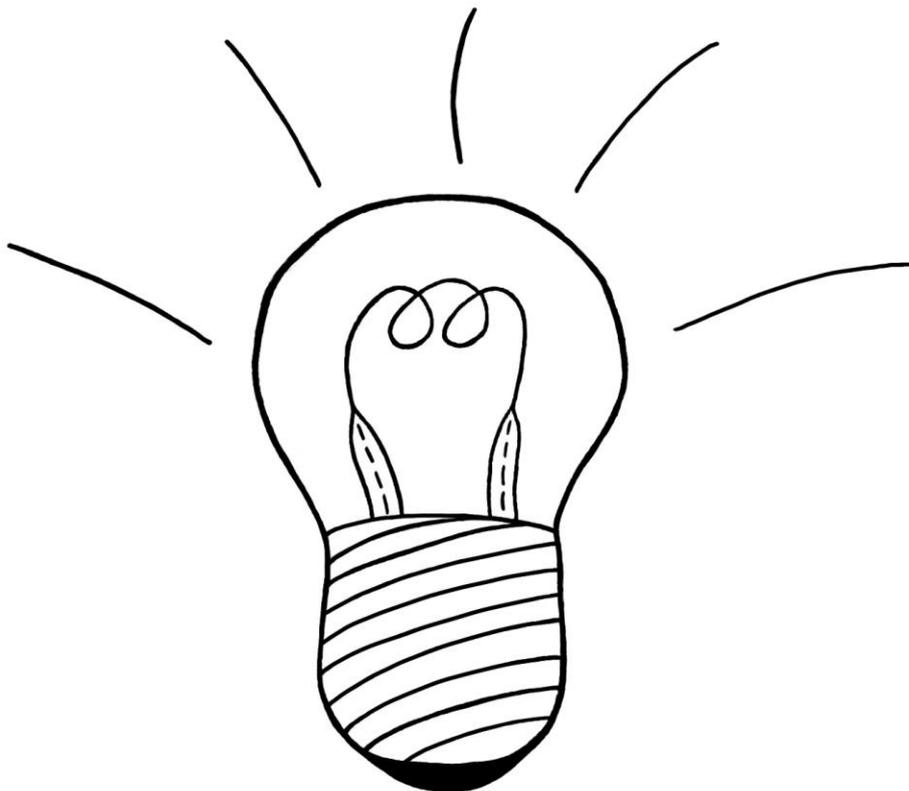


Projektbericht zum VDE Rhein-Ruhr e.V. Technikpreis 2020

## Die smarte Laterne

–

**Innovativ, intelligent, vernetzt und überall vorhanden**



*Smart Streets*

## Inhaltsverzeichnis

1. Zahlen, Daten, Fakten .....	3
2. Projektkurzbeschreibung / Summary .....	4
3. Projektdetails .....	6
3.1. Technische Details .....	7
3.2. Weiterentwicklungen.....	12
3.3. Die smarte Laterne.....	13
4. Presseartikel im Rahmen unserer Teilnahme am VDE Technikpreis .....	14

# 1. Zahlen, Daten, Fakten

## Anschrift der Schule:

Don-Bosco-Gymnasium Essen, Theodor-Hartz-Straße 15, 45355 Essen

## Projektteilnehmer alle Q2 Leistungskurs Technik:

Programmierung	Konstruktion und Bericht	3D-Druck
Klatt, Jonas	Aster, Lukas	Heiler, Luca
Lauer, Florian	Büchner, Vincent	Kircher, Julius
	Gawlitta, Simon	Lange, Timo
	Nebelung, Robert	
	Rosga, Julien	

## Betreuender Lehrer:

Weinert, Nils



## 2. Projektkurzbeschreibung / Summary

Die smarte Laterne ist eine innovative und intelligente Straßenlaterne, welche mit „relativ“ geringem Aufwand unsere „altmodischen Straßenlaternen“ ersetzen kann.

Die smarte Laterne verfügt über mehrere technische Funktionen, die neben der Hauptfunktion einer Laterne (den Weg bzw. die Straße zu erleuchten) genutzt werden können.

Die Hauptfunktion ist hierbei vollständig automatisiert. So schalten sich die verbauten energiesparenden LEDs automatisch bei Dunkelheit ein und wenn ein definierter Helligkeitswert überschritten wird, wieder aus. Hierzu wurden die LEDs mit einem Mikrocontroller, in unserem Fall der RaspberryPi 4, sowie einem lichtabhängigen Widerstand (LDR) verbunden. Das programmierte Miniprogramm ermittelt dauerhaft den Widerstandswert des LDR und wenn dieser den Wert von 20000 überschreitet (technische Erklärung folgt später), wird der Ausgang, an dem die LEDs angeschlossen sind, freigeschaltet. Durch diese Art der Schaltung wird vermieden, dass die Laterne bei Tagesanbruch noch leuchtet, obwohl es bereits hell genug ist. Denn die meisten Straßenlaternen werden über eine Zeitsteuerung an- und ausgeschaltet. Auch muss die Laterne so nicht immer „neu“ programmiert werden. Dies trägt im Übrigen auch dazu bei, die Lichtemissionen in Städten zu reduzieren.

Die zweite Funktion unserer Laterne ist das induktive Laden eines Elektroautos. In unserem Fall simulieren wir dies durch ein Smartphone. Hierzu haben wir ein induktives Ladepad verwendet. Der Nutzer fährt also mit seinem PKW auf das Ladepad und schaltet mit einem RFID-Chip das Touchscreen Display an der Laterne frei. Dadurch kann der Bezahlvorgang gesteuert werden, indem z.B. die Kreditkartendaten auf dem Chip hinterlegt sind. Auch können Unbefugte so keinen Schaden anrichten. Nachdem der Nutzer nun das Display freigeschaltet hat, kann zwischen vier Ladezeiten gewählt werden (weitere Ladezeiten können hier leicht hinzugefügt und/oder verändert werden). Das programmierte „Smart-Street-Programm“ berechnet daraus die korrekte Anschaltdauer des Ladepads. Dies war notwendig, da es in unseren Tests elektronisch bedingt zu zeitlichen Verzögerungen im Ladevorgang gekommen ist.

Eine dritte Funktion, den „SOS-Knopf“, konnten wir ebenfalls realisieren. Sobald dieser Knopf betätigt wird, wird das Live-Kamerabild in die Notrufzentrale übertragen und aufgezeichnet. Die Polizei hat so die Möglichkeit in Echtzeit das Geschehen vor Ort zu verfolgen und parallel ihre Einsatzkräfte zum Ort zu schicken.

Insgesamt soll die smarte Laterne nachhaltig sein. Dies bedeutete für uns, dass wir uns mit dem Energiebereitstellungspfad auseinandersetzen mussten. Um zu vermeiden, dass ausschließlich der Strom aus dem öffentlichen Stromnetz genutzt wird, haben wir die Laterne mit vier Solarzellen ausgestattet, die zunächst einen Akku laden. Wenn die Spannung im Akku hoch genug ist, wird das Ladepad über diesen Energiepfad mit Strom versorgt. Falls die Spannung zu niedrig ist, was häufig nachts vorkommen kann, dann wird automatisch auf das öffentliche Stromnetz zurückgegriffen.

Leider konnten wir aufgrund der Corona-Beschränkungen nicht alle unsere Ideen umsetzen. So fehlt z.B. noch die Installation eines öffentlichen WLANs oder die Ansteuerung der Laterne über eine App.

Uns war auch von vornerein klar, dass unser Projekt vielleicht nicht die neuste Idee ist, aber wir wollten mit unserem Prototypen auch zeigen, wie man viele technische Einzelkomponenten zusammen schalten und nutzen kann. Dadurch, dass die verbauten Elektronikbausteine und Einzelkomponenten zu sehen sind, möchten wir zusätzlich die Schülerinnen und Schüler für das Fach Technik begeistern und einen nachhaltigen Umgang mit Energie und Ressourcen sowie umweltbedingten Auswirkungen aufzeigen.

Des Weiteren wurden wir in unserem Vorhaben weiter bestärkt, als uns die Nachricht erreichte, dass der Energiekonzern E.ON 15 Smart Poles in Essen aufstellen wird.

*Hier der Link zum Artikel der Firma E.ON vom 16. Juni 2020:*

*<https://www.eon.com/de/ueber-uns/presse/pressemitteilungen/2020/eon-zeigt-moeglichkeiten-smarter-stra%C3%9Fenlaternen.html>*



*Die smarte Laterne. Gut zu erkennen sind hier das Touchscreen Display, der Raspberry Pi im oberen Bereich sowie die gesamte Konstruktion mit den verbauten Bauteilen, dem Ladepad und der Elektronik.*

### 3. Projektdetails

Die Idee am VDE-Technikpreis 2020 teilzunehmen entstand im Unterricht. Zunächst wurden viele spannende Ideen gesammelt und diskutiert, ehe uns eine Idee ganz besonders interessierte - „Die Smarte Laterne- Innovativ, intelligent, vernetzt und überall vorhanden“.

Die geplante smarte Laterne sollte den aktuellen Kontroversen zum Thema Umweltschutz angepasst sein und nachhaltig sein. Dementsprechend verfügt unsere Laterne über eine Photovoltaikanlage an der Spitze, um so regenerative Energie zu nutzen. Damit die überschüssige produzierte Energie (z.B. Tagsüber) nicht „verloren“ geht, wurde ein Akkumulator eingebaut, der diese speichert. Dadurch kann die Laterne auch nachts ohne verfügbare Sonnenenergie leuchten bzw. das Elektroauto induktiv laden. Falls der Akkumulator leer sein sollte, kann die Laterne auch mit dem städtischen Stromnetz betrieben werden. Umgekehrt kann der Strom von der PV-Anlage in das Stromnetz eingespeist werden, insofern der Akkumulator vollgeladen ist.

Elektroautos erfreuen sich heutzutage immer größerer Beliebtheit. Da allerdings die Verteilung der Ladestationen in deutschen Städten noch sehr bedürftig ist, wird es möglich sein, an der Laterne das eigene Elektroauto zu laden. Dadurch werden weitere CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart, da eine nachhaltige Energieform zum Laden genutzt wird. Wenn man sein Elektroauto nun also dort aufladen möchte, kann man an einem eingebauten Display die Ladezeit einstellen und mit einer Chipkarte bezahlen. Die Ladung erfolgt auch nur während der eingestellten Ladezeit und schaltet sich danach automatisch ab.

Um Sicherheit in näherer Umgebung zu gewährleisten, ist die Laterne mit einem SOS-Knopf ausgestattet. Durch den Knopfdruck werden die Aufnahmen einer an der Laterne installierten Kamera an die Notrufzentrale übertragen und aufgezeichnet.

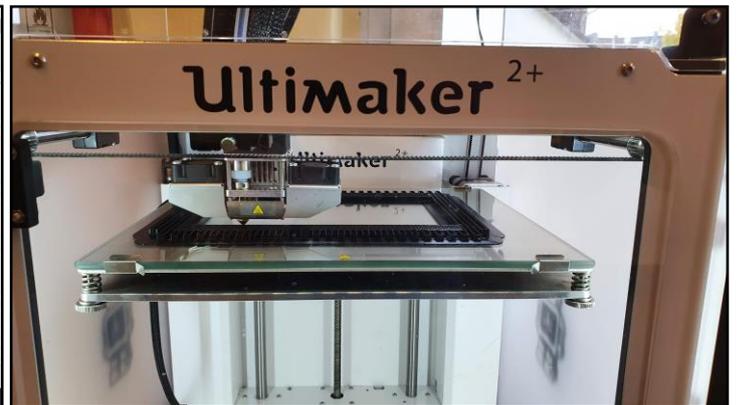
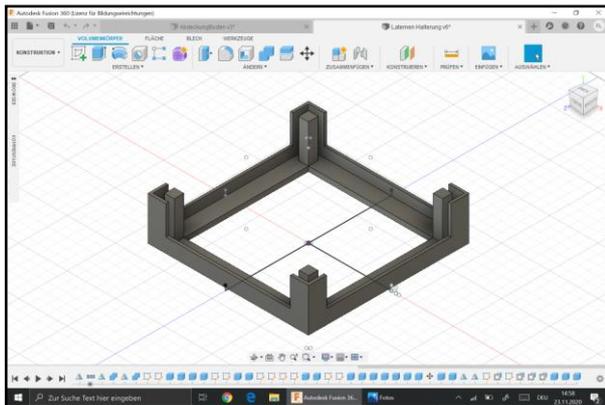
Ziel dieses Projektes sollte es sein, die Energiewende voran zu treiben und die Lebensqualitäten der Menschen zu verbessern. Ein weiterer wichtiger Aspekt war und ist uns aber auch, die Schülerinnen und Schüler unserer Schule für die Technik, die dahinter steckt, und so für das Fach Technik zu begeistern.

Nachdem wir mit unserer Projektidee auch die Jury des VDE-Technikpreises überzeugen konnten und unser Projekt bei der Auftaktveranstaltung im Umspannwerk in Recklinghausen vorgestellt haben, stürzten wir uns in die Arbeit. Leider wurden wir im März 2020 durch Corona und der damit verbundenen Schulschließung ausgebremst, was zur Folge hatte, dass wir eigentlich erst im Oktober wieder intensiv an unserem Projekt arbeiten konnten.

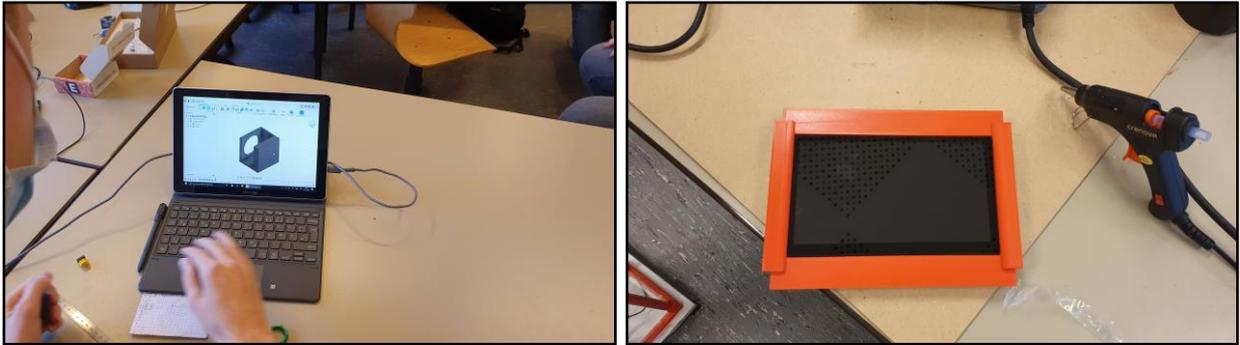
Wir bildeten mehrere Teams, die sich jeweils mit einem Teilaspekt der smarten Laterne beschäftigten. Hierbei unterteilten wir grundsätzlich in Programmierfähigkeit, 3D-Druck und Konstruktionstätigkeit zum Bau der smarten Laterne sowie Installationstätigkeit der zu verbauenden Hardware. Diese Aufteilung stellte sich bei der Größe unserer Gruppe als sehr zielführend und produktiv heraus. Da dieses Projekt außerhalb des normalen Unterrichts stattgefunden hat, ist an einigen langen Nachmittagen in der Schule, sowie zahlreichen Videokonferenzen, schließlich Stück für Stück die Smarte Laterne entstanden.

### 3.1. Technische Details

Die Smarte Laterne besteht aus einer Grundplatte, auf der mithilfe von Aluminiumprofilen und Plexiglasplatten der gesamte Aufbau steht. Die Steckverbindungen der Profile, die Halterungen für die Kamera, die Solarzellen und dem Taster, sowie das Display wurden mit einem CAD-Programm (FreeCAD & Autodesk Fusion 360) selbst entworfen und mit einem 3D-Drucker (Ultimaker 2+) in der Schule ausgedruckt. So konnten wir unsere individuellen Wünsche verwirklichen und auf die verschiedenen Winkel und Bemaßungen reagieren ohne auf fertige kaufbare Produkte zurückgreifen zu müssen.



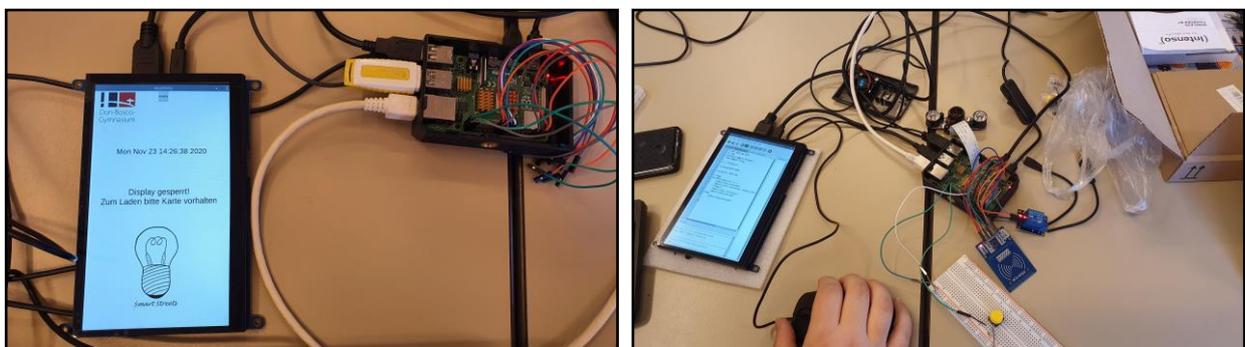
*Hier gut zu erkennen ist auf dem linken Bild der Entwurf für den Standfuß der Laterne und die passgenaue Halterung für die Aluminiumprofile sowie die Plexiglasplatten. Auf dem rechten Bild wird gerade der Standfuß gedruckt.*



*Auch die Befestigungen für den SOS-Knopf und dem Display wurden selbst entworfen und gedruckt, sodass sie optimal an der Plexiglasplatte halten.*

Auf der unteren Grundplatte ist das induktive Ladepad verbaut. Hierauf legt man das Smartphone bzw. in der Realität würde hier das Auto parken. Über das Touchscreen Display kann nun der induktive Ladevorgang gestartet werden. Die jeweilige Ladezeit kann individuell eingestellt werden. Das Display lässt sich über ein RFID-Chip freischalten, der das kontaktlose Bezahlen simuliert. Selbstverständlich kann der Ladevorgang auch jederzeit, aus welchen Gründen auch immer, über einen Abbruch-Button unterbrochen werden.

Für die Steuerung des Ladepads und aller anderen Funktionen der Laterne ist nach einigen Vorüberlegungen der RaspberryPi 4, der als programmierbarer Kleincomputer, welcher alle unsere Kriterien erfüllt, zuständig. Weitere Bauteile sind das dazugehörigen 7-Zoll Touchscreen Display und Kamera derselben Firma und verschiedene Kabel sowie eine Relaisplatine, die für das Ansteuern des Ladepads gebraucht wird und den Last- und Steuerkreis voneinander trennt.



*Links: Hier zu sehen das Touchscreen Display mit dem geöffnetem „Smart-Street-Programm“. Rechts: Ein erster Testlauf mit angeschlossener Relaisplatine und RFID-Chip.*

Zunächst musste sich bis ins kleinste Detail mit den bestellten Bauteilen auseinandergesetzt werden. Hierzu wurden zahlreiche Testläufe, sowie eine detailreiche Internetrecherche durchgeführt. Als schließlich klar war, was für die Umsetzung des Projekts notwendig ist,

wurde mit der Programmiersprache „Python“ eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) auf das angeschlossene Display programmiert, was der Hauptbaustein unseres „Smart-Street-Programms“ ist. So wurde nach ausgiebiger Auseinandersetzung mit dem Programm eine Startseite mit dem Schullogo und unserem eigenen Smart-Street-Logo gestaltet. Sobald man nun den RFID-Chip anlegt, wird die Ladeseite freigeschaltet und der Nutzer kann zwischen vier Ladezeiten (5, 10, 20 und 30 Minuten) frei wählen. Benötigt wurden dazu sogenannte „Seitenoverlays“. Zum einen die Startseite, die immer aktiv ist, zum anderen die Ladeseite mit den vier Ladebuttons und die Ladeseite, welche nur aktiv ist, wenn ein Ladevorgang läuft.

```

1 from tkinter import *
2 from tkinter import Label
3 from tkinter.ttk import Progressbar
4 import time
5 from PIL import Image,ImageTk
6
7 window = Tk()
8 window.geometry("600x1024")
9 window.title("Hauptmenu")
10 window.resizable(0,0)
11 window.configure(bg="white")
12
13 #Open Image SchulLogo & ProjektLogo
14 OI = Image.open("Technikprojekt LOGO Version 1.1.png")
15 OI1 = Image.open("SchulLogo.jpg")
16
17 #resize Image SchulLogo & ProjektLogo
18 RI = OI.resize((300, 400),Image.ANTIALIAS)
19 RI1 = OI1.resize((161,147),Image.ANTIALIAS)
20
21 I1 = ImageTk.PhotoImage(RI)
22 I2 = ImageTk.PhotoImage(RI1)
23
24 my_label2 = Label(image=I2,bg="white")
25 my_label2.place(x=150, y= 550)
26
27
28 my_label = Label(image=I1,bg="white")
29 my_label.place(x=20)

```

```

#Command zum starten des Ladens
def Ladens():
    GPIO.output(18, GPIO.HIGH)
    Laden = 11
    Strom = 0
    speed = 0.05
    while (Strom < Laden):
        time.sleep(0.05)
        bar['value'] += (speed / Laden) * 100
        Strom += speed
        percent.set(str(int((Strom / Laden) * 100)) + "%")
        window2.update_idletasks()
    GPIO.output(18, GPIO.LOW)
    label3 = Label(window2, text="Laden beendet",bg="white", font=('arial', 16, 'bold'))
    label3.place(x=140, y=35)

```

*Links: Programmieroberfläche für das Startfenster mit dem Schul- und Projektlogo.  
Rechts: Ein Teil des Ladecodes für die Ansteuerung des induktiven Ladepads.*

Nachdem wir unserer Konstruktionsabteilung unser umfangreiches und mühsam erstelltes Zwischenergebnis präsentieren konnten, konnte mit der Ansteuerung der GPIO-Pins des RaspberryPi's angefangen werden, was sich als nicht allzu leicht herausstellen sollte.

Für die verschiedenen Funktionen der Laterne war es notwendig, für jedes Bauteil eine eigene Pin-Zuordnung vorzunehmen.

So werden die einzelnen Pins und das jeweilige Bauteil nur freigeschaltet, wenn auch die gewählte Funktion starten soll.

Pinbelegung "Smarte Laterne"

Bauteil	gezahlter Pin	Programm Pin
RFID-Chip	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24	; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40
LDR	25; 31; 32	; 6; 12
LEDs	30; 34; 35	20
Relais (Ladepad)	2; 14; 12	; 18
Taster	4; 3; 5; 37	; 26

Neben der Ladefunktion galt es weitere „Hürden“ zu nehmen. Über den SOS-Taster soll die Kamera angeschaltet und das Bild über eine drahtlose Verbindung zu einem Laptop übertragen und aufgezeichnet werden. Leider stellte sich heraus, dass sobald der RaspberryPi eine drahtlose Verbindung herstellt, keine weiteren Updates und Bibliotheken installiert werden können, sodass wir diese Funktion erst ganz am Ende unsere Arbeit freigeschaltet haben.

Ebenfalls stellte uns die Grundfunktion einer Laterne (nämlich zu leuchten) tatsächlich vor einigen Herausforderungen. Die Funktion ist eigentlich relativ simpel. Über einen lichtabhängigen Widerstand wird dauerhaft ein Signal ausgelesen, welches in Zahlenwerte übertragen wird. Sobald dann ein definierter Wert unter- bzw. überschritten wird, wird ein Ausgangs-Pin freigeschaltet, an dem dann die LEDs verbunden sind. Der LDR ist ein analoger Sensor, der nicht nur HIGH und LOW kennt. Da aber der RaspberryPi keinen eingebauten ADC (Analog-Digital-Converter) besitzt, muss man entweder einen ADC (z.B. den MCP3008) verwenden oder sich mit einem Trick behelfen: Ein Keramik-Kondensator (hier: 1µF). Der Kondensator lädt sich über die Zeit auf und erreicht irgendwann eine Spannung über 2 V, was für den RaspberryPi einen Übergang von LOW nach HIGH am Pin bedeutet. Der Widerstand im LDR ändert sich je nach den Lichtverhältnissen und damit lädt sich auch der Kondensator langsamer oder schneller auf und benötigt somit mehr Zeit um ein HIGH am Pin zu erreichen, d.h. gefordert war ein Skript das die Zeit misst, wie lange sich der Kondensator auflädt, um den Widerstand des LDRs zu ermitteln.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

PIN_M = 17
PIN_T = 27

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
capacity = 0.000001
adj = 2.130620985
i = 0
t = 0

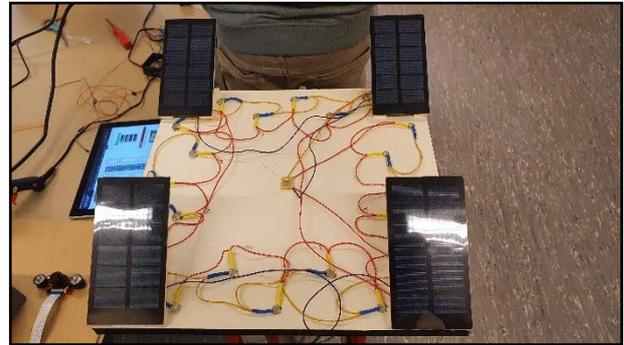
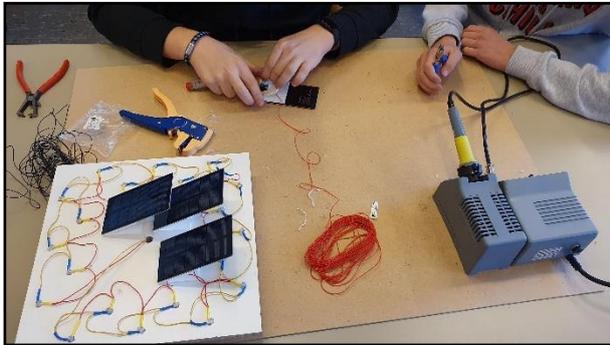
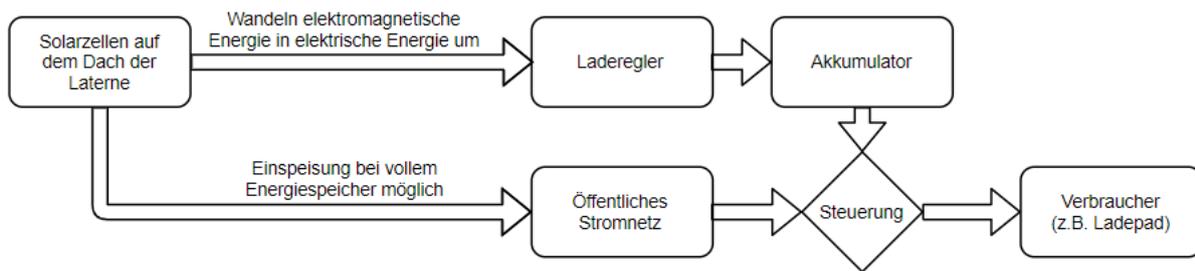
while True:
    GPIO.setup(PIN_M, GPIO.OUT)
    GPIO.setup(PIN_T, GPIO.OUT)
    GPIO.output(PIN_M, False)
    GPIO.output(PIN_T, False)
    time.sleep(0.2)
    GPIO.setup(PIN_M, GPIO.IN)
    time.sleep(0.2)

    GPIO.output(PIN_T, True)
    starttime = time.time()
    endtime = time.time()
    while (GPIO.input(PIN_M) == GPIO.LOW):
        endtime = time.time()
        timeDiff = endtime-starttime

    res = (timeDiff/capacity)*adj
    i = i + 1
    t = t + res
    if i==10:
        t = t/i
        print(t)
        i = 0
        t = 0
```

Bei der Energieversorgung der smarten Laterne haben wir uns für ein Zwei-Wege-System entschieden. Zunächst sollte die Laterne zu 100% mit Solarstrom arbeiten. Da allerdings Solarstrom nicht gleichmäßig und jederzeit zu Verfügung steht, mussten wir ein Ladesystem (Akkumulator) hinzufügen. Die Kapazität des Akkus ist allerdings auch begrenzt, sodass wir uns dazu entschieden haben, als Backup auf den „normalen Steckdosenstrom“ zurückzugreifen. Denn die smarte Laterne soll jederzeit unabhängig vom Wetter funktionieren.

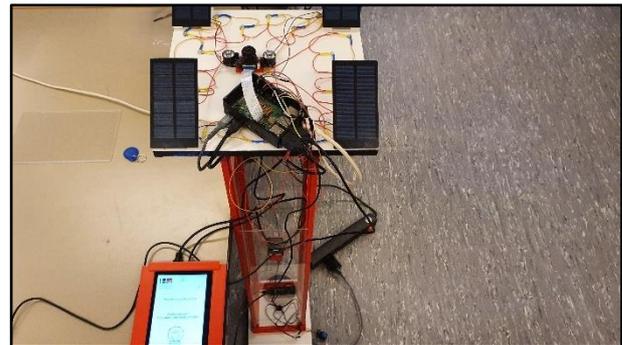
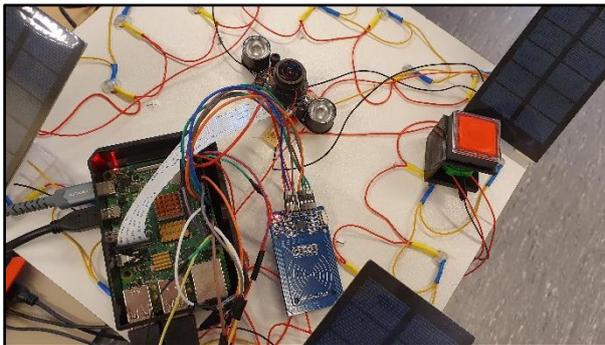
## Energiebereitstellungspfad:



*Links: Die ausgedruckte Befestigung mit einem Neigungswinkel von 30° für die optimale Ausrichtung der Solarzellen.*

*Rechts: Ein Blick von oben auf die Laterne. Gut zu erkennen sind die vier verbauten Solarzellen und die Verkabelung für die LEDs und in der Mitte der LDR.*

Tatsächlich konnten wir erst kurz vor Abgabe mit der Endmontage beginnen und einen Funktionscheck durchführen.



*Links: Der RaspberryPi ist mit den Einzelkomponenten verbunden, um den Funktionscheck durchzuführen.*

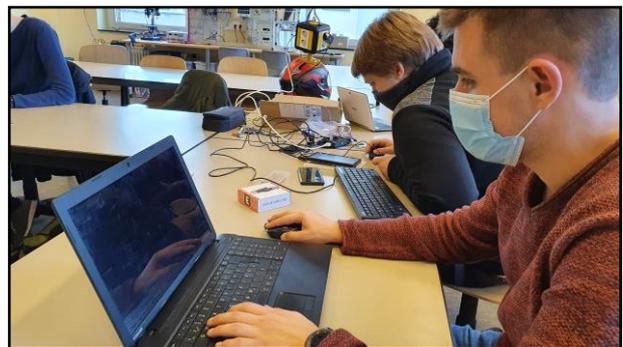
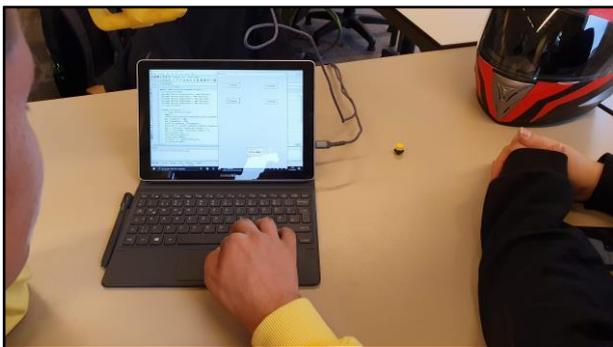
*Rechts: Anschluss des Displays und Steuerung der Funktionen über die Programmierung.*

### 3.2. Weiterentwicklungen

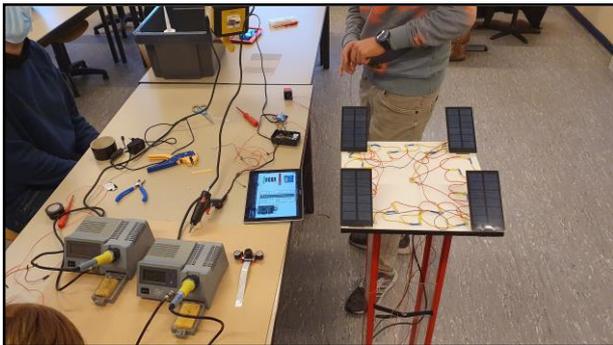
Bedingt durch die wenige außerunterrichtliche Zeit, die uns zur Konstruktion der smarten Laterne zur Verfügung stand, konnten wir leider nicht alle unsere Ideen umsetzen.

Momentan arbeiten wir noch an der Einrichtung der WLAN-Funktion. Eine weitere Idee ist es eine App zu entwickeln, mit der die smarte Laterne „ferngesteuert“ werden kann bzw. im Vorfeld als Stellplatz reserviert werden kann, um sein Elektroauto zu laden.

Uns persönlich hat der Wettbewerb sehr viel Spaß gemacht und wir freuen uns darauf, Ihnen die smarte Laterne am 07. Dezember 2020 bei der Videopräsentation in unserer Schule präsentieren zu können, sodass Sie die Möglichkeit haben sich von unserer Arbeit zu überzeugen.



*Vor allem die Arbeit am Programm für den Raspberry Pi 4 steckte voller Tücken.*



*Links: Ein Blick von oben auf die Laterne. Gut zu erkennen sind die vier verbauten Solarzellen. Rechts: Die drei Teilgruppen bei der Arbeit.*



### 3.3. Die smarte Laterne



## 4. Presseartikel im Rahmen unserer Teilnahme am VDE Technikpreis

*Pressemitteilung auf der Schulhomepage am 21.02.2020*

*([http://www.dbgessen.eu/pages//posts/die\\_smarte\\_laterne\\_1014.php](http://www.dbgessen.eu/pages//posts/die_smarte_laterne_1014.php))*

*VDE-Technikpreis 2020*

### **Die smarte Laterne**

#### **Innovativ, intelligent, vernetzt und überall vorhanden**

Im Umspannwerk Recklinghausen fand die Kick-Off-Veranstaltung zum VDE-Rhein-Ruhr-Technikpreis 2020 statt. Mit ihrer Projektidee „Smarte Laterne“ schafften es die Don-Bosco-Techniker des Leistungskurses Q1 um Lehrer Nils Weinert unter die besten zehn Teams zu gelangen. Hierfür gibt es vom Veranstalter eine Förderung in Höhe von 500 €, um das Projekt umzusetzen.

Bis zum 04.06.2020 ist nun Zeit für die Projektarbeit, bevor am 17.06.2020 das Finale mit der Präsentation stattfindet und eine Fachjury diese bewertet. Die besten drei Projekte werden mit Geldpreisen prämiert.

Bei der Auftaktveranstaltung im Umspannwerk Recklinghausen zeigte sich die Jury bereits von der Idee und Präsentation des Don-Bosco-Teams beeindruckt. Eine Projektbeschreibung findet sich unter diesem Link.

Das Don-Bosco-Gymnasium nimmt bereits zum vierten Mal in Folge teil und konnte bislang immer einen Treppchenplatz erreichen.

Seit 2004 schreibt der VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) Rhein-Ruhr e.V. den Technikpreis aus, um das Technikverständnis im Fachunterricht zu fördern. Schüler und Schülerinnen lassen sich gemeinsam mit ihren Lehrern dazu inspirieren, ausgeklügelte Projekte zu konzipieren und umzusetzen.