Fachhochschule
Dortmund
University of Applied Sciences and Arts

Fachbereich Elektrotechnik
Studiengang Elektrotechnik

Dokumentation zur IT-PROJEKT

KÜHLRAUM

Die Steuerung einer Tür (sowie. Lüfter) eines Kühlraums mit Temperatur- und Feuchtigkeit-Erfassung

YVAN VALDER SIMO GUENO, 7212803

14. Dezember 2022

Prüfer: Pr. Dr. Kai Luppa

VORWORT

Wir haben uns das Thema Kühlraum entschieden, weil dieses Thema sehr interessant ist und weil die Bewahrung von Produkten und Medikamente eine große Rolle in der Zukunft spielen wird, in dem wir Menschen Produkte mit große Kontrolle für tausende von Jahre bewahren werden.

Inhaltverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

ITP	IT-Projekt 33
RPI	Raspberry PI
JOYPI	Raspberry PI Koffer
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
IoT	Internet of Things
LED	Leuchtdiode oder Lumineszenz-Diode
GUI	Graphics User Interface
VNC	Virtual Network Computing

1. Einleitung

Die folgende Projektdokumentation schildert den Ablauf eines IT-Projektes, welches im Rahmen der IT-Projekt 33 (ITP) Praktikum durchgeführt wurde. MQTT, Tkinter, Python und Raspberry-Pi (JOY-PI) sind Themen, die selbstverständlich mit diesem IT-Projekt verbunden. Bei JOYPI handelt es sich um einen Raspberry Pi, bei dem alle anschließbaren Komponenten in einer Platine direkt mit dem Raspberry Pi verbunden sind.

1.1 Projektbeschreibung

In unserem ITP, der sich „KÜHLRAUM“ lautet, werden unterschiedliche Sensoren und Aktoren von einer „Internet of Things“ (IoT) Komponente (hier JOY-PI) definiert.

Als Sensoren werden der Button für den Übergang zur digitalen Steuerung, der Motion-Sensor für das Öffnen der Tür und der DHT11 für die Temperatur- und Feuchtigkeit- Erfassung verwendet.

Als Aktoren haben wir hingegen unseren LED-Matrix für die Darstellungen von Zuständen und für die Anzeige der Temperatur und Feuchtigkeit, mehreren sich nacheinander aufleuchtenden LED zum Zeigen, dass sich die Tür öffnen wird , einen Buzzer , die ein Ton bei jeder Öffnung ergibt, und einen STEP-Motor , der die Tür darstellt.

Die Tür kann nicht nur manuell über den Bewegungssensor, sondern auch digital über die grafische Benutzeroberfläche (hier „TKinter“) geöffnet werden, aber der Lüfter kann nur über die Benutzeroberfläche („Graphics User Interface- (GUI) “) bedient werden.

Zur Kommunikation zwischen unserer JOYPI und der GUI wird mit Hilfe eines Brokers und durch einer entsprechenden Software („Kommunikation Protokoll“) darunter „Message Queuing Telemetry Transport“ (MQTT).

1.2 Projektziel

Das Ziel des Projekts ist eine Tür eines Kühlraumes zu steuern (d.h. das Öffnen und Schließen der Tür), wobei bei jedem Öffnen die Temperatur des Kühlraums gemessen wird, und die Steuerung eines Lüfters (d. h. einer Klimaanlage) in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlraums.

Die Verwendungszwecke und die Möglichkeit der Umsetzung sind vielfältig. Es kann für die Kontrolle der Temperatur von Nährstoffen in einer Produktion oder in der Medizin verwendet werden, wenn man z. B. die Temperatur von Leichen und bestimmten Medikamenten wie Insulin kontrollieren möchte. Es kann auch eingesetzt werden, um die Ein- und Ausgänge von Mitarbeitern zu kontrollieren, Arbeitszeiten zu erfassen (bei Einsatz der Chip-Komponente).

1.3 Projektabgrenzung

Das Projekt kann nicht direkt manuell und über die Schnittstelle gesteuert werden, d. h. die Tür kann nur dann über die Schnittstelle gesteuert werden, wenn die digitale Steuerung mit der Schaltfläche aktiviert wurde.

Es werden zwei Codes benötigt, einer für die grafische Benutzeroberfläche und einer für die Komponenten, da einige Python-Bibliotheken nur auf dem Raspberry Pi und nicht auf dem PC funktionieren und umgekehrt (z. B. ist Tkinter nur auf dem PC nutzbar, während DHT11(Temperatur und Luftfeuchtigkeit) nur auf dem RPI verwendet wird).

Außerdem schaltet sich der Lüfter nicht direkt bei höchster oder tiefster Temperatur ein und hat keine definierte Zykluszeitraum. Im Fall der Benutzeroberfläche wartet ein Button, der gedrückt wird (z. B. open), nicht darauf, dass die Funktion des zuletzt gedrückten Buttons vollständig ausgeführt wird, bevor er seinen Status sendet und darstellt.

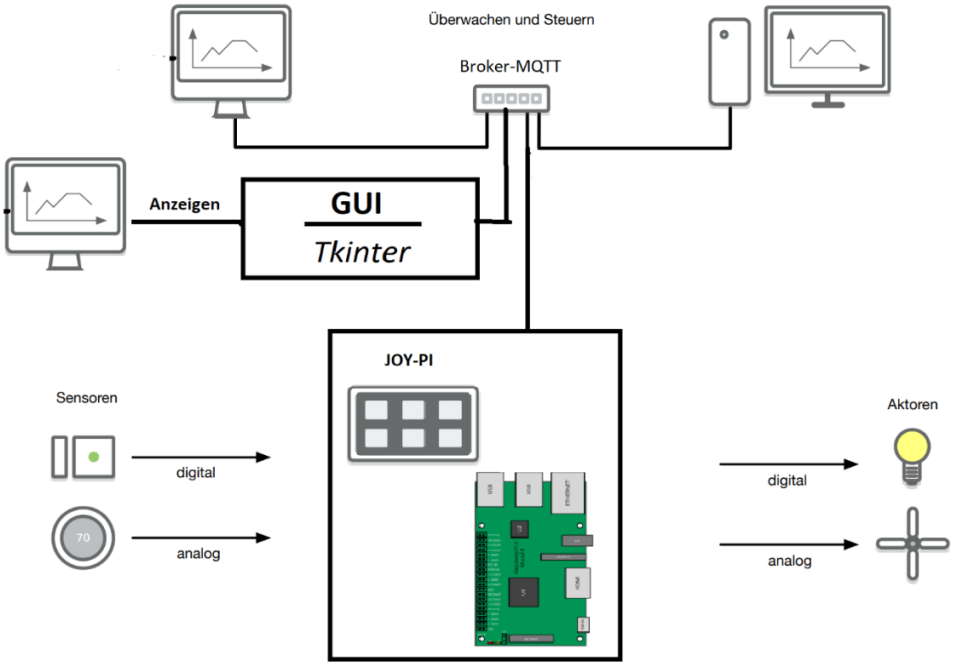


Abbildung 1: Konfiguration des Projekts

2. Projektplanung

2.1 Projekt Start :

Für die Projektplanung und Umsetzung standen dem Autor 3 Monate lang zur Verfügung. Diese wurden vor Projektbeginn auf verschiedene Phasen verteilt, die während der Softwareentwicklung durchlaufen werden. Die Projektphase umfasst eine Erstellung von Anforderungsanalyse, die Architektur- und Design- Phase, die Implementierung der Hardware-Komponenten, die Implementierung der GUI , die Integration von GUI und Hardware-komponenten , eine Testphase und eine Dokumentation. Ein Gannt-Diagramm sowie die Hauptphasen lassen sich der Tabelle 1: Gannt Diagramm entnehmen. Für dieses Projekt sind alle Ressourcen aufgelistet, die für das Projekt eingesetzt wurden. Damit sind Hard und Softwareressourcen gemeint. Bei der Auswahl der verwendeten Software wurde darauf geachtet, dass diese kostenfrei zur Verfügung stehen. bei unserem Fall ist alles schon im unserem JoyPI zur Verfügung.

-

2.2 Anforderungsanalyse:

Die Anforderungen an das Projekt waren die Verbindung einer JOY-PI als IoT-Komponente, die Verwendung von MQTT als Kommunikationsprotokoll Komma die Verwendung von Python und Tkinter für die Entwicklung der Anwendung, die Verwendung von Sensoren wie Button, Motion-Sensor und DHT11 Komma die Verwendung von Aktoren wie LED-Matrix, Leds, Buzzer und STEP-Motor Und die Erstellung einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) zur Steuerung der Komponenten.

Es handelte sich um eine Anwendung zur Steuerung und Überwachung von verschiedenen Komponenten in einen Kühlraum, die mit Hilfe einer Raspberry Pi (JOY-Pi) und verschiedener Sensoren und Aktoren umgesetzt wird. Die Anwendung kommuniziert mit einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) über das MQTT-Protokoll und wurde in Python und Tkinter entwickelt.

Als Risiken waren unsere fehlende Erfahrung mit der Verwendung von MQTT und Tkinter , die Schwierigkeiten bei der Integration von Hardware-Komponenten und die Kompatibilitätsprobleme mit der JOY-PI oder den verwendeten Sensoren und Aktoren

Fachhochschule Dortmund
University of Applied Sciences and Arts

KÜHLRAUM

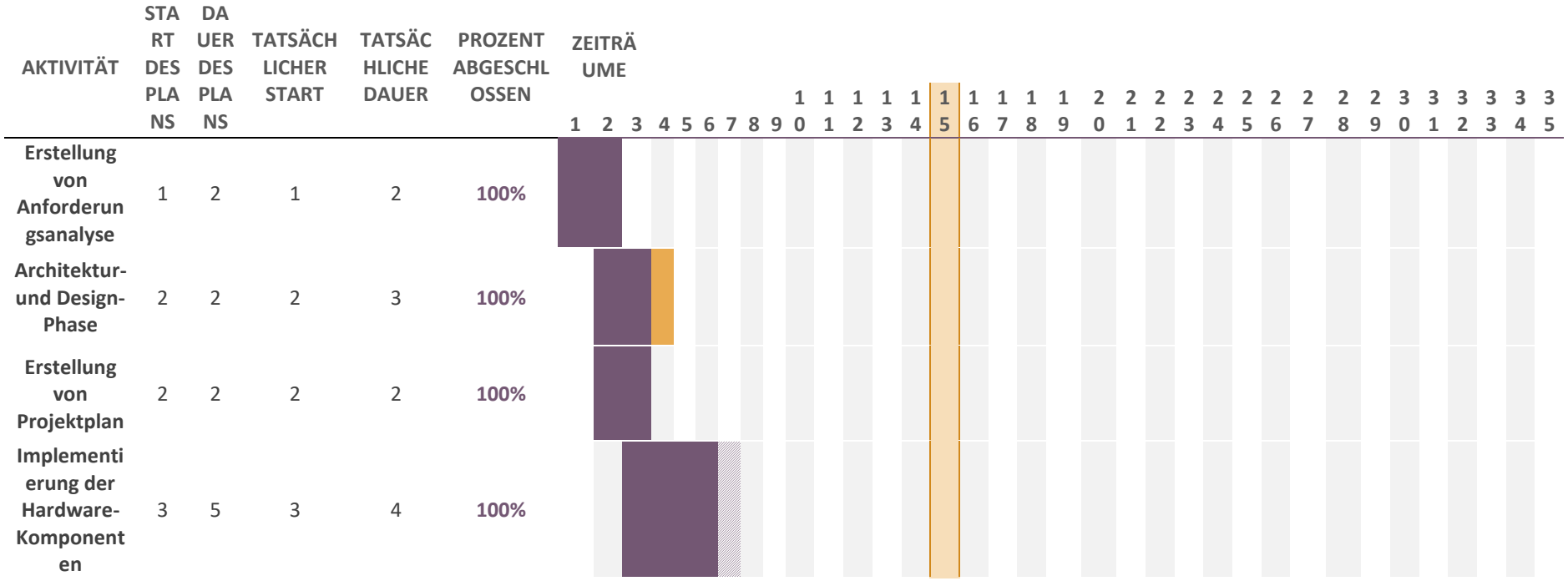
Wählen Sie rechts einen Zeitraum zum Hervorheben aus. Es folgt eine Legende, die das Diagramm beschreibt.

Hervorgehobener Zeitraum: 15

Dauer des Plans | Tatsächlicher Start | % abgeschlossen | Tatsächlich (hinter dem Plan) | % abgeschlossen (hinter dem Plan)

AKTIVITÄT	START DES PLANS	DAUER DES PLANS	TATSÄCHLICHER START	TATSÄCHLICHE DAUER	PROZENT ABGESCHLOSSEN
Erstellung von Anforderungsanalyse	1	2	1	2	100%
Architektur- und Design-Phase	2	2	2	3	100%
Erstellung von Projektplan	2	2	2	2	100%
Implementierung der Hardware-Komponenten	3	5	3	4	100%

ZEITRÄUME: 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



Implementierung der GUI	6	4	6	3	**100%**
Integration von GUI und Hardware-Komponenten	7	3	7	2	**100%**
Testphase	8	4	8	3	**90%**
Dokumentation	7	6	8	5	**20%**

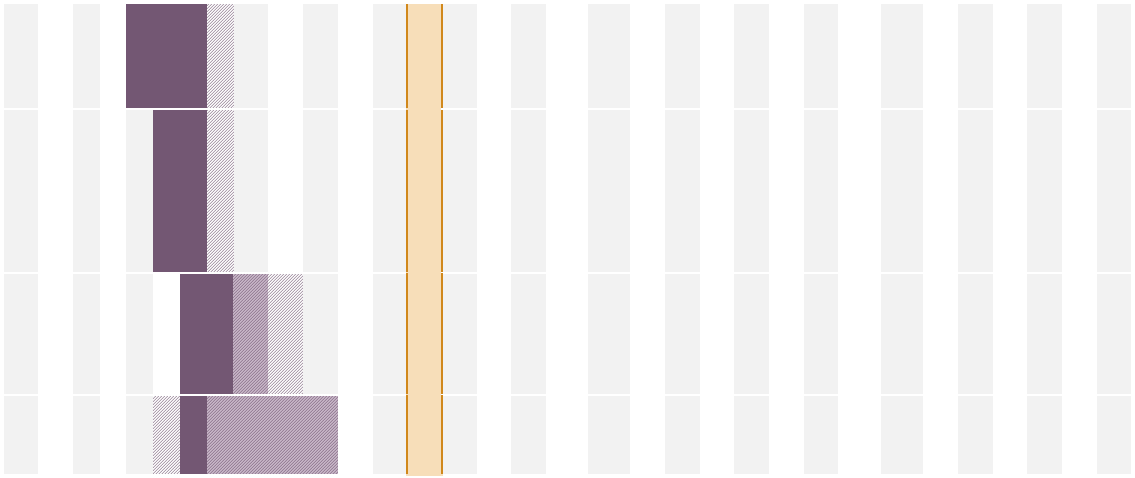


Abbildung 2: Gannt-Diagram für die zeitliche Verlauf des Projekt

3. Implementierung der Hardware-komponenten

Diese beinhaltet das physische Zusammenbauen und Verbinden der Geräte gemäß den spezifischen Anforderungen des Projekts.

Für die Implantierung der Hardware-Komponenten in dem JOYPI, gab es 3 Möglichkeiten : Ersten der JOYPI mit VNC Viewer zu verbinden, zweiten direkt auf dem JOYPI mithilfe einer Tastatur oder dritten den Thonny (eine integrierte Entwicklungsumgebung- IDE für Python) direkt mit JOYPI zu verbinden .

Für diesen Projekt haben wir mit VNC gearbeitet (Sieh Abbildung 3). Der VNC (Virtual Network Computing) ist eine Software, die den Bildschirminhalt eines entfernten Rechners (Server) auf einem lokalen Rechner (Client) anzeigt und im Gegenzug Tastatur- und Mausbewegungen des lokalen Rechners an den entfernten Rechner sendet.. Die folgende Links stell seine Konfiguration für den JOYPI dar. (VNC-Viewer herunterladen und VNC Connect)

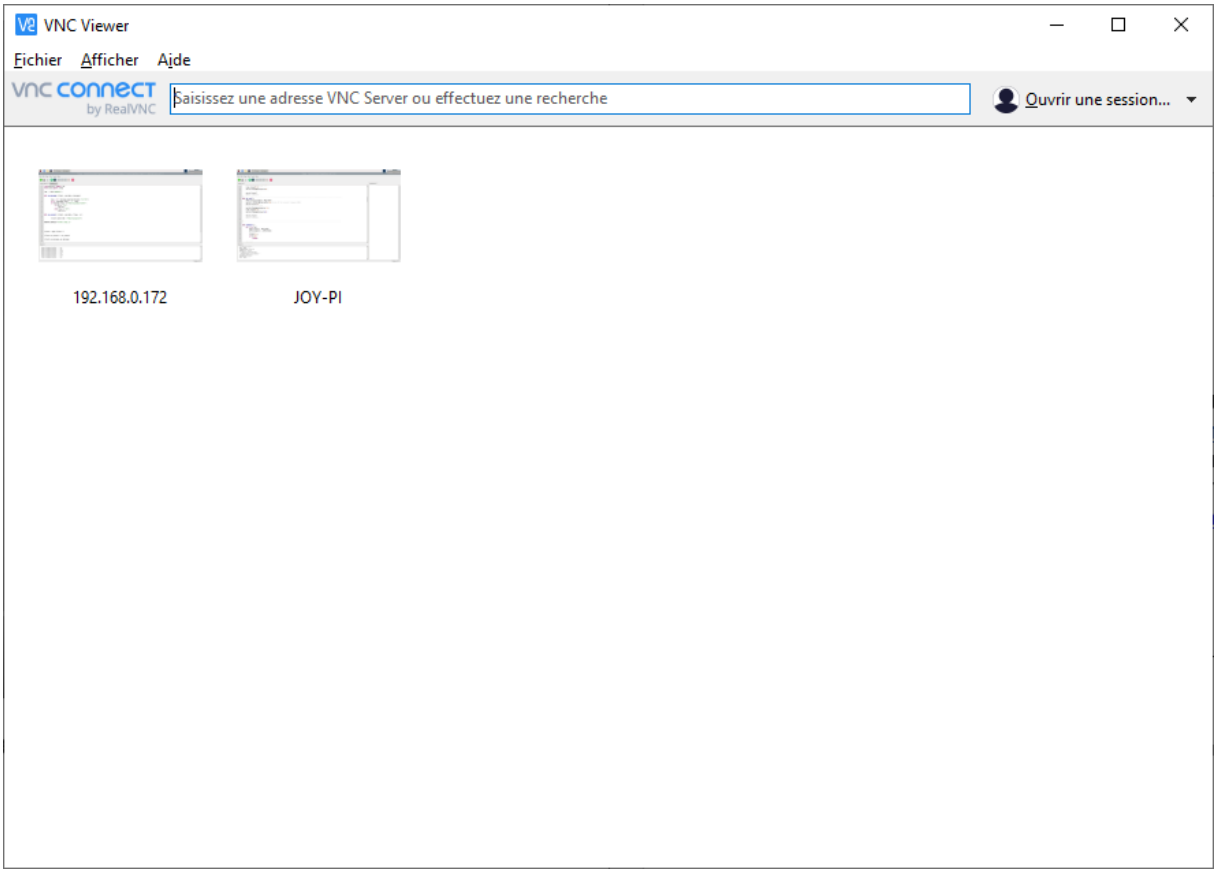


Abbildung 3: VNC-Viewer , der unserer JOYPI und ein anderes Gerät darstellt.

Nach der Verbindung sollten wir im Hauptmain der Raspberry PI landen.

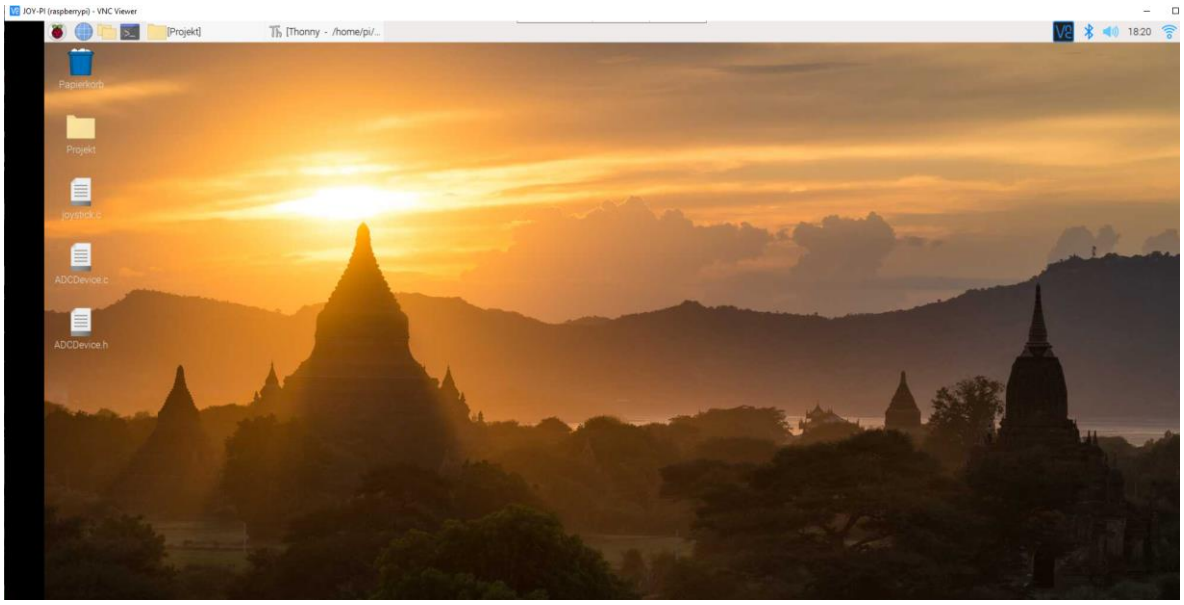


Abbildung 4: Screenshot der VNC nach der Verbindung mit dem JOYPI

In der Raspberry wird einen Hauptprogramm geschrieben (siehe Anhang ‚final.py'), um die Geräte zu konfigurieren und zu nutzen.

In diesem Programm muss ich erstmal die Bibliotheken zum Verbinden und steuern von Sensoren und Aktoren importiert, nachdem die Bibliotheken zur Kommunikation mit dem Broker importiert werden.

```
#Importierung der Bibliothek paho.mqtt.client (mqtt), damit MQTT-clients
#miteinander kommuniziert

import paho.mqtt.client as mqtt

#Importierung der Bibliothek zum verbinden und steuern von Sensoren und Aktoren

import RPi.GPIO as GPIO
```

Außerdem muss ich noch Bibliotheken zur Steuerung des Feuchtigkeit und Temperatur („ `import dht11`“) , und zur Steuerung des Anzeigens des LEDs-Matrix („`import luma`“). Und noch dazu, müssen jede Elemente durch seines Pins definiert werden.

Die GPIO „Board-konfiguration“ wird als Nutzung Mode unserer Pins benutzt („ `GPIO.setmode(GPIO.BOARD)` “) und diese Pins müssen noch mal konfiguriert werden (GPIO.setup(`Pin´, ´GPIO.OUT/GPIO.IN´) .Die Pins für Sensoren werden in „GPIO.IN“ konfiguriert und die Pins für Aktoren in „GPIO.OUT“ konfiguriert.

Auf der Joy-Pi-Platine befinden sich zwei Schalteinheiten mit jeweils 8 Schaltern, die es ermöglichen, zwischen verschiedenen Sensoren und Modulen zu wechseln. Da der Raspberry Pi nur über eine begrenzte Anzahl von GPIO-Pins verfügt, sind diese Schalter notwendig, um mehr Sensoren und Module als die Anzahl der verfügbaren GPIO-Pins zu verwenden.

In unserem Projekt wurde den PinNo37 link im 7. Schalter für unseren Button zum Übergang zur digitalen Steuerung aktiviert (dieser Pin ist auch mit dem LED 37 angeschlossen) und den PinNo22 recht im 8. Schalter für den Servo Motor.(Der Servo Motor kann entweder PinNo22 für servo2 oder PinNo37 für Servo1 sein und die Beiden haben unterschiedliche Anschlüsse)

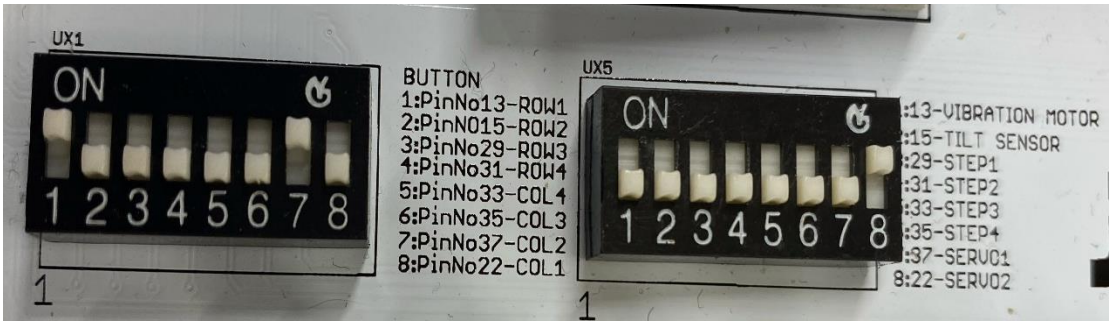


Abbildung 5:Schalter-Zum umschalten zwischen Sensoren und Modulen

3.1 Der Hauptprogramm

```
#Alle definierten Bibliotheken müssen installiert werden
#-------------------------------------------------------------------------------
--------------------------------------------------------------------------------
#Importierung der Bibliothek paho.mqtt.client (mqtt), damit MQTT-clients
#miteinander kommuniziert
import paho.mqtt.client as mqtt
#Importierung der Bibliothek zum verbinden und steuern von Sensoren und Aktoren
import RPi.GPIO as GPIO
#Importierung der Funktion , damit die While-Schleife gleichzeitig mit dem
#loop_forever funktioniert
import threading
#Importierung der Bibliothek für die Zeit und für den Method sleep()
import time
from time import sleep
#Importierung der Biliothek zur Steuerung des Feutchtigkeitssensors sowie der
#Temperatur
import dht11
#bibliothek luma und luma.led_matrix , um einen Text auf einem LED-Matrix-Display
#anzuzeigen
import luma
from luma.led_matrix.device import max7219
from luma.core.interface.serial import spi, noop
from luma.core.render import canvas
```

```
from luma.core.virtual import viewport
from luma.core.legacy import text, show_message
from luma.core.legacy.font import proportional, CP437_FONT, TINY_FONT,
SINCLAIR_FONT, LCD_FONT


#--------------------------------------------------------------------------------
led =[29,31,33,35,38] #Pins led
interrupt=22          #Button_pin für Tkinter
b= 12                 #Buzzer Pin
relay_pin = 40        #relay Pin
motion_pin = 16       #Pin des Bewegungssensors
servoPin = 37         #Servo Pin
DHT11_pin= 7          #DHT11 Pin
#--------------------------------------------------------------------------------
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)         #Die GPIO Boardkonfiguration benutzen.
GPIO.setwarnings(False)          #Deaktivieren der Anzeige von GPIO-Warnungen

GPIO.setup(relay_pin, GPIO.OUT)  #konfiguration des Relay_pins als Ausgang
GPIO.setup(led, GPIO.OUT)        #konfiguration der LEDs als Ausgang
GPIO.setup(b, GPIO.OUT)          #Konfiguration des Buzzers als Ausgang
GPIO.setup(servoPin, GPIO.OUT)   # Set servoPin to OUTPUT mode
GPIO.setup(motion_pin, GPIO.IN)  #Der Pin der Deklarierten Variable wird als
#Input(Eingang) gesetzt.
GPIO.setup(interrupt, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP) #Hier wird den Pin als
#Eingang gesetzt.



#--------------------------------------------------------------------------------
#--------------Funktion zum automatischen Öffnen und Schließen der Tür -----------
def tür():
    GPIO.setup(servoPin, GPIO.OUT)
    # pin 37 for servo1 frequenz 50Hz
    servo1 = GPIO.PWM(servoPin,50)
    # 0° wird für den Servo der Referenz Position sein
    servo1.start(0)
```

```
    # Turn servo1 to 90°
    servo1.ChangeDutyCycle(7.5)
    time.sleep(0.5)
    servo1.ChangeDutyCycle(0)
    # Wait for 2 seconds
    time.sleep(3)
    # servo1 back to 0°
    servo1.ChangeDutyCycle(2)
    time.sleep(0.5)
    servo1.ChangeDutyCycle(0)
    servo1.stop()
    #GPIO.cleanup()

#------------------Funktion nur zum Schließen der Tür-----------------------------
def tür_zu():
    GPIO.setup(servoPin, GPIO.OUT)
    # pin 37 for servo1 frequenz 50Hz
    servo1 = GPIO.PWM(servoPin,50)
    # 0° wird für den servo der Referenz position sein
    servo1.start(0)
    # servo1 back to 0°
    servo1.ChangeDutyCycle(2)
    time.sleep(0.5)
    servo1.ChangeDutyCycle(0)
    servo1.stop()
    #GPIO.cleanup()

#------------------Funktion nur zum Öffnen der Tür---------------------------
def tür_auf():
    GPIO.setup(servoPin, GPIO.OUT)
    # pin 37 for servo1 frequenz 50Hz
    servo1 = GPIO.PWM(servoPin,50)
    # 0° wird für den servo der Referenz position sein
    servo1.start(0)
```

```
    # Turn servo1 to 90
    servo1.ChangeDutyCycle(7.5)
    time.sleep(0.5)
    servo1.ChangeDutyCycle(0)
    servo1.stop()
    #GPIO.cleanup()

#-----------------------Ankündigung oder Laden der Türöffnung---------------------
def ledwater():
    for i in led:
        GPIO.setup(i, GPIO.OUT)
        GPIO.output(i , GPIO.LOW)
        #led on
        sleep(0.5)
        if i==38:
            break;
    #led off
    GPIO.output(led , GPIO.HIGH)

#---------------Funktion zum Abrufen der temperature und Feuchtigkeit-------------
def temp():
    # Temperatur und Feuchtigkeit mit DHT11 abrufen
    instance = dht11.DHT11(DHT11_pin)
    result = instance.read()
    #Ruf Datein bis gültige Werte
    while not result.is_valid():
        result = instance.read()
    #Anzeigen der Result in der Konsole
    print("Temperature: %-3.1f C" % result.temperature)
    print("Humidity: %-3.1f %%" % result.humidity)
    return result

#-----Funktion zum anzeigen der Temperatur und Feuchtigkeit auf dem Matrix -------
def matrix(result):
```

```
    # Matrix Gerät festlegen und erstellen.
    serial = spi(port=0, device=1, gpio=noop())
    device = max7219(serial, cascaded= 1, block_orientation=90,rotate= 0)
    # Matrix Initialisierung in der Konsole anzeigen
    print("[-] Matrix initialized")
    #conversion der Abgerufenen Werten im String, damit diese darstellbar seien
    matrix0=str(result.temperature)
    matrix2=str(result.humidity)
    #Die Temperatur und feuchtigkeit wird hier zu der GUI geschickt
    client.publish("fhdo/itp/gp1/11",matrix0)
    client.publish("fhdo/itp/gp1/13",matrix2)
    global matrix1
    matrix1=  "Temperature "+matrix0 +"C"
    # Ausgegebenen Text in der Konsole Anzeigen
    print("--Temperature: %s Grad --" % matrix0)
    #Anzeigen der Temperatur
    show_message(device, matrix1 , fill="white", font=proportional(CP437_FONT),
scroll_delay=0.1)


#----------------------Funktion bei der Öffnung der Tür---------------------------
def on_open():
    global open_1
    open_1='Door Open.....'
    #veröffebtlichung der Stand der Tür auf der grafischen Benutzeroberfläche
    client.publish("fhdo/itp/gp1/12",'op')
    print(open_1)
    #Buzzer Ton
    #Gebe Geraeusch aus
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #warte eine halbe Sekunde
    time.sleep(0.5)
    #Stoppe Geraeuschausgabe
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Led anzeigen
    ledwater()
```

```
    # Oeffne Relais
    GPIO.output(relay_pin, GPIO.LOW)
    # warte eine halbe Sekunde
    time.sleep(0.5)
    # schliesse Relais
    GPIO.output(relay_pin, GPIO.HIGH)
    # Wird der print Befehl ausgeführt
    time.sleep(0.1)
    # 0,1 Sekunde Warten, dann Öffne der Tür
    tür()

#-------------------------------------------------------------------------------
#-------------------------Ton bei  dem Schließen der Tür mit der GUI-------------
def buzzer_0():
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.25)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe
    time.sleep(0.25)
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.5)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe

#------------------------Ton beim Einschalten des Lüfters-----------------------
def buzzer_1():
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
```

```
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.25)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe
    time.sleep(0.25)
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.25)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe

#---------------------------------Ton beim Ausschalten des Lüfters---------------
def buzzer_2():
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.25)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe
    time.sleep(0.25)
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.25)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe
    time.sleep(0.25)
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
```

```
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.5)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe


#----------------------------------Funktion zur Steurerung des Lüfters------------
def Turn_on():
    buzzer_1()
    serial = spi(port=0, device=1, gpio=noop())
    device = max7219(serial, cascaded= 1, block_orientation=90, rotate= 0)
    show_message(device, 'On' , fill="white", font=proportional(CP437_FONT),
scroll_delay=0.7)
def Turn_off():
    buzzer_2()
    serial = spi(port=0, device=1, gpio=noop())
    device = max7219(serial, cascaded= 1, block_orientation=90,
    rotate= 0)
    show_message( device, 'Off' , fill="white", font=proportional(CP437_FONT),
scroll_delay=0.8)


#---------------------Funktion beim Öffnen der Tür mit dem GUI -------------------
def on_open_msg():
    global open_1
    open_1='Door Open.....'
    print(open_1)
    #Buzzer Ton
    GPIO.output(b, GPIO.HIGH)
    #Gebe Geraeusch aus
    time.sleep(0.5)
    #warte eine halbe Sekunde
    GPIO.output(b, GPIO.LOW)
    #Stoppe Geraeuschausgabe
    ledwater()
    # Oeffne Relais
```

```
    GPIO.output(relay_pin, GPIO.LOW)
    # warte eine halbe Sekunde
    time.sleep(0.5)
    # schliesse Relais
    GPIO.output(relay_pin, GPIO.HIGH)
    # Wird der print Befehl ausgeführt
    time.sleep(0.1)
    # 0,1 Sekunde Warten
    # Beginn einer Schleife
    tür_auf()


#-------------------------------Funktion Zur Nutzung des Bewegungsensors---------
#Die Empfindlichkeit des Bewegungssensors kann mit einem Potentiometer 3a #im
#Abbildung ++ eingestellt werden.
def motion():
   #GPIO.setup(interrupt, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
   client.publish("fhdo/itp/gp1/12",'wait')
   while GPIO.input(interrupt)==GPIO.HIGH :
        if(GPIO.input(motion_pin) == 1):   # Wenn der Sensor Input = 1 ist
            print ("Bewegung Erkannt!")  # Wird der print Befehl ausgeführt
            on_open()                    #Automasches Öffnen und Schließen der Tür
            result = temp()
            matrix(result)           #Darstellung der Temperatur und Feuchtigkeit
            time.sleep(0.15)              # 0.15 Sekunde Warten
           client.publish("fhdo/itp/gp1/12",'wait')
            #if(GPIO.input(motion_pin) == 0):     # Wenn der Sensor Input = 0 ist
            #print ("Keine Bewegung ...") # Wird der print Befehl ausgeführt
   global a
   a="Die manuelle Steuerung ist aus!"
   print(a)
   #Die Steuerung wird hier nur durch dem GUI gemacht
   client.publish("fhdo/itp/gp1/12","ANALOG")
   GPIO.cleanup(servoPin)
   # der servopin muss nach jeder Drehung gelöscht werden ,damit er immer die
#gleiche Drehung macht.
```

```
#-------------------------------------------------------------------------
#--Funktion , wenn der Broker mit der vorgegebenen Topic eine Nachricht bekommt---
def on_message (client, userdata, message):
        msg = str (message.payload.decode ("utf-8"))
        print(message.topic,'-->' ,msg)
        if message.topic=="fhdo/itp/gp1/12":
            if msg=="open":
                on_open_msg()
                result=temp()
                matrix(result)
            elif msg=='closed':
                buzzer_0()
                tür_zu()
            elif msg=='turn':
                Turn_on()
            elif msg=='off':
                Turn_off()
            elif msg=="press":
                print('Pressed...')
                thread = threading.Thread(target=motion)
                thread.start()
#---------------------Funktion beim Anschließen oder Abonnement der Client ------
def on_connect (client, userdata, flags, rc):
        client.subscribe ('fhdo/itp/gp1/#')

#----------------------------Anwendung der MQTT- Protokoll-----------------------
-----------------------------------------------------------
BROKER_ADDRESS="broker.emqx.io"
#Objekt der Classe Client wird erstellt
client = mqtt.Client ()
#subskription der Client
client.on_connect = on_connect
client.on_message =on_message
#Anschließen mit einem Broker
```

```
client. connect (BROKER_ADDRESS)
print ("Connected to MQTT Broker:"+" broker.emqx.io")
#Aufruf der Funktion Motion zum automatischen Öffnen und Schließen der Tür
motion()
client. loop_forever()
#End
```

3.1.1Probleme und Lösung bei dem Hauptprogramm

In der Tat kann die Bedienfunktion der Motion Sensor nicht mit einer anderen Funktion (*hier, der on_message () für den Broker*) unterbrochen werden, weil der Bewegungssensor als Bedingung seiner While-schleife den Stand eines Buttons hat, damit es unendlich läuft, wohingegen die Schleife *Client. loop_forever* () der Funktion *on_message()* von der Nachricht des Brokers(Topics) abhängt.

z.B: `def motion():`

```
    while GPIO.input(interrupt)==GPIO.HIGH  or msg!='Digital':
        #msg ist ein lokale Variable der Funktion on_message(), und kann nur
        #in der Funktion motion() mithilfe eines Pointers benutzt werden.
```

Ohne Thread wird die Funktion "motion()" nur Daten veröffentlichen, nachdem ihre while-Schleife beendet wurde, weil beim Veröffentlichen von "press" die Schleife "client.Loop()" von der while-Schleife der Funktion "motion()" angehalten wird, was das Veröffentlichen der Daten verhindert.

Dafür muss man die threading-Bibliothek Importieren

```
#Importierung der Funktion , damit die While-Schleife gleichzeitig mit dem
#loop_forever funktioniert
import threading


def on_message (client, userdata, message):
        msg = str (message.payload.decode ("utf-8"))
        print(message.topic,'-->' ,msg)
        if message.topic=="fhdo/itp/gp1/12":
            if msg=="open":
                on_open_msg()
                result=temp()
                matrix(result)
            elif msg=='closed':
```

```
            buzzer_0()
            tür_zu()
        elif msg=='turn':
            Turn_on()
        elif msg=='off':
            Turn_off()
        elif msg=="press":
            print('Pressed...')
            thread = threading.Thread(target=motion)
            thread.start()
```

3.1.2 Thread

Ein Thread oder Ausführungsstrang ist eine Ausführungseinheit in einem Computerprogramm. Das heißt, ein Thread ist ein Teil eines Programms, der unabhängig und gleichzeitig mit anderen Teilen des Programms ausgeführt werden kann.

Threads sind nützlich für Programme, die mehrere Aufgaben gleichzeitig ausführen müssen, da sie es einem Programm ermöglichen, mehrere Teile gleichzeitig auszuführen. Dies kann die Leistung eines Programms verbessern, da die Systemressourcen effizienter genutzt werden und mehrere Aufgaben parallel ausgeführt werden können.

In Python kann man Threads mithilfe des Moduls *threading* erstellen. Man kann einen Thread erstellen, indem man eine Klasse definiert, die von *threading.Thread* erbt, und die Methode "*run*()" überlädt, die den Code enthält, der im Thread ausgeführt werden soll. Sobald die Klasse definiert ist, kann man einen Thread erstellen, indem man ein Objekt dieser Klasse erzeugt und seine Methode "*start*()" aufruft.

3.2 Liste der Komponenten

Tabelle 1: Liste der Komponenten

1.	Servo Motor
2.	DHT11
3.	Motion Sensor
3a.	Potentiometer zur Steuerung der Sensitivität des Motion Sensors
4.	LED-Matrix
5.	LEDs
6.	Button für die digitale Steuerung (d.h. zu dem Abbruch des Motion Sensors)
7.	Buzzer
8.	Relay

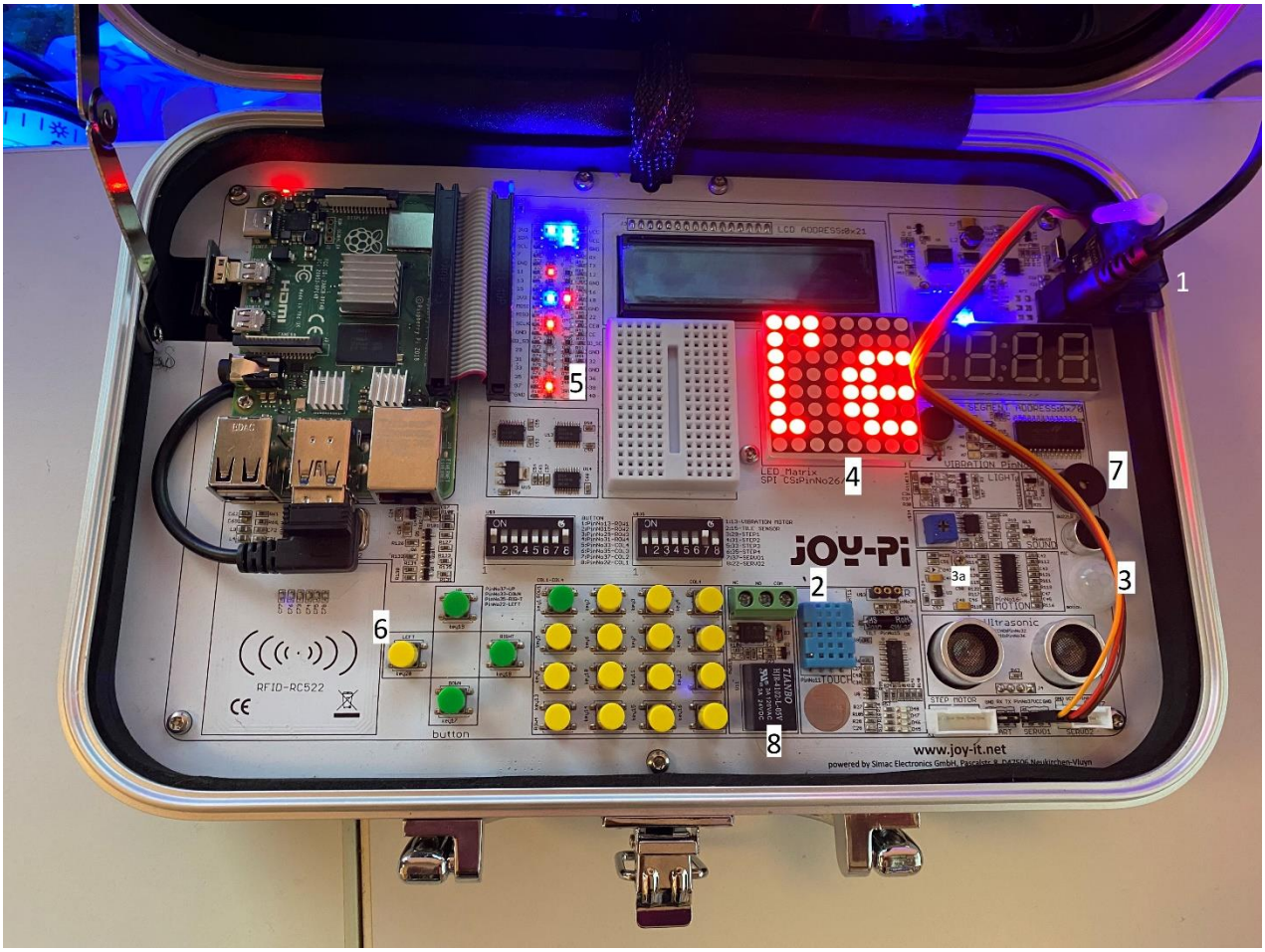


Abbildung 6: JOY-PI und Komponenten des Projekts

4. Kommunikation zwischen der GUI und der IoT-Komponente: MQTT-Broker

In diesem Projekt werden nur eine Kommunikationsprotokolle verwendet, um die GUI mit der IoT-Komponente zu verbinden. Nämlich das MQTT-Protokoll, das über einen MQTT-Broker verfügbar ist. Der MQTT-Broker dient als *Switching* Hub und ermöglicht es dem Client (GUI), sich mit der IoT-Komponente zu verbinden und Nachrichten auszutauschen. Das MQTT-Protokoll wird normalerweise mithilfe spezieller Bibliotheken und APIs implementiert, die in Ihren Python-Code integriert sind.

```
#Importierung der Bibliothek paho.mqtt.client (mqtt), damit MQTT-clients
#miteinander kommuniziert
import paho.mqtt.client as mqtt
#---------------------Funktion beim Anschließen oder Abonnement der Client ------
def on_connect (client, userdata, flags, rc):
        client.subscribe ('fhdo/itp/gp1/#')


#----------------------------Anwendung der MQTT- Protokoll-----------------------
-------------------------------------------------------
BROKER_ADDRESS="broker.emqx.io"
#Objekt der Classe Client wird erstellt
client = mqtt.Client ()
#subskription der Client
client.on_connect = on_connect
client.on_message =on_message
#Anschließen mit einem Broker
client. connect (BROKER_ADDRESS)
print ("Connected to MQTT Broker:"+" broker.emqx.io")
#Aufruf der Funktion Motion zum automatischen Öffnen und Schließen der Tür
motion()
client. loop_forever()
#End
```

Um unsere MQTT-Kommunikation zu verfolgen und zu testen, wurde MQTT-Explorer verwendet. Dies ist ein Werkzeug, der uns ermöglicht, MQTT-Nachrichten sofort zu senden und zu empfangen, ohne dass spezielle Client-Software oder Code geschrieben werden muss. MQTT Explorer bietet auch die Möglichkeit, MQTT-Nachrichten zu veröffentlichen und zu abonnieren(subskribieren), um die Funktionalität des MQTT-Systems zu überwachen und zu verstehen. Die Benutzeroberfläche von MQTT Explorer ist intuitiv und einfach zu bedienen, was dieses Programm zu einer guten Wahl für Entwickler macht, die sich mit MQTT-Kommunikation befassen.

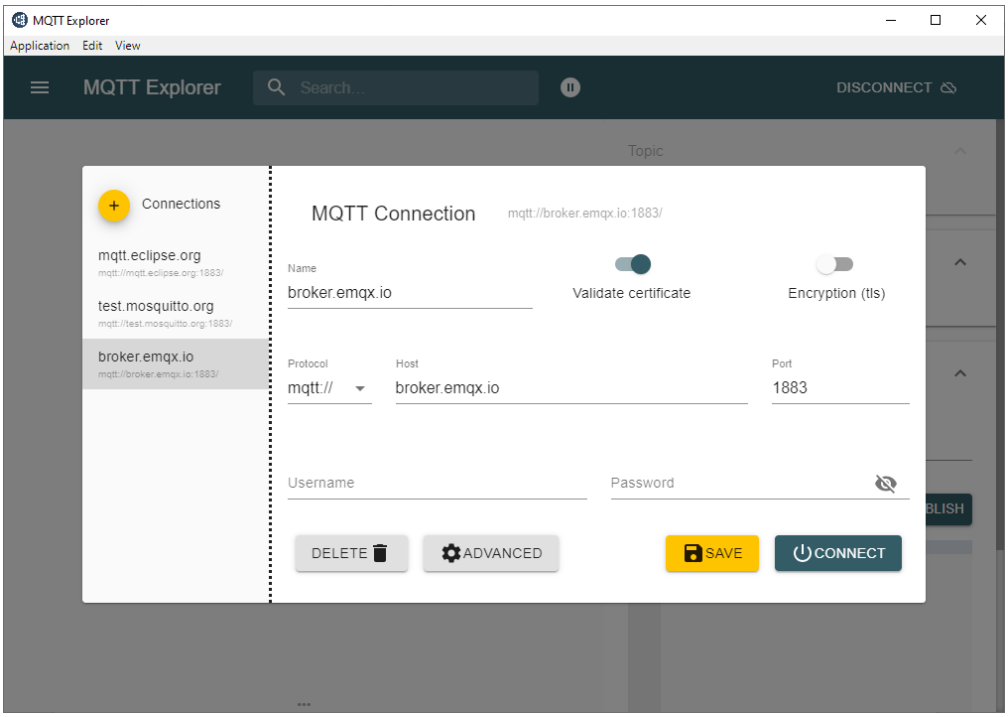


Abbildung 7: Windows-App zur Verfolgung der MQTT-Kommunikation

In Advance-Einstellung muss erstmal in der Subskription in der folgenden Topic „fhdo/itp/gp1/#“ eingegeben werden.

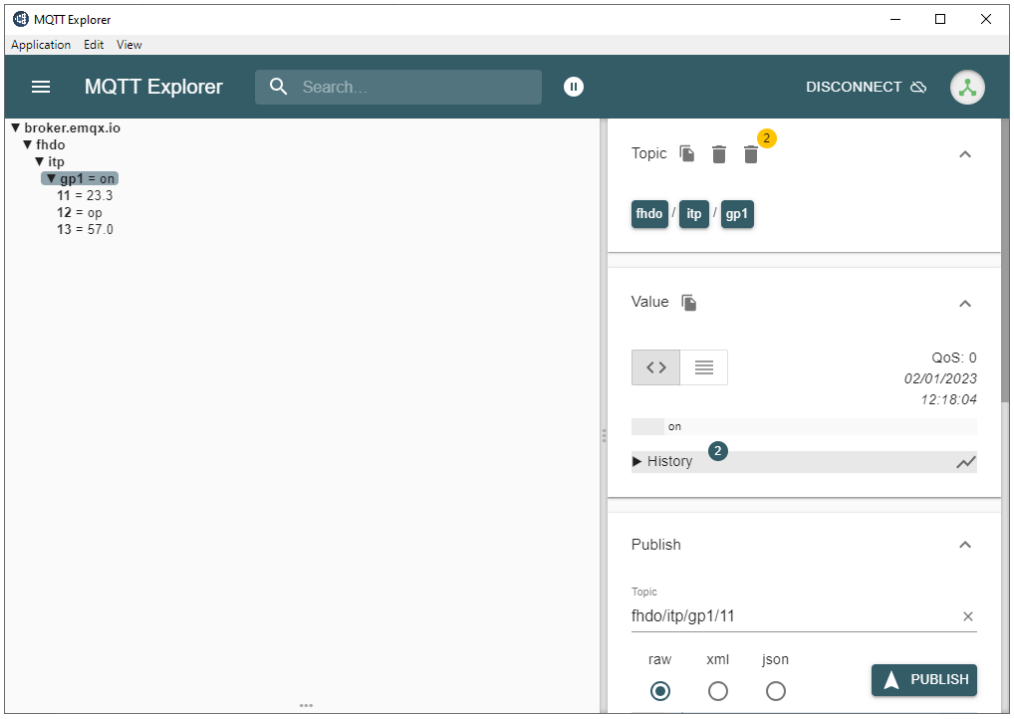


Abbildung 8: Windows-App zur Verfolgung der MQTT-Kommunikation

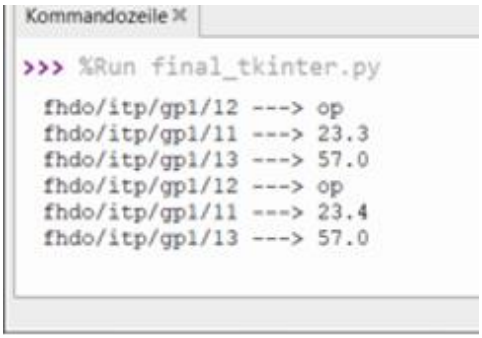


Abbildung 9: Kommandozeile zur Darstellung der laufenden geschickten Nachrichten

MQTTool (Apple Store)

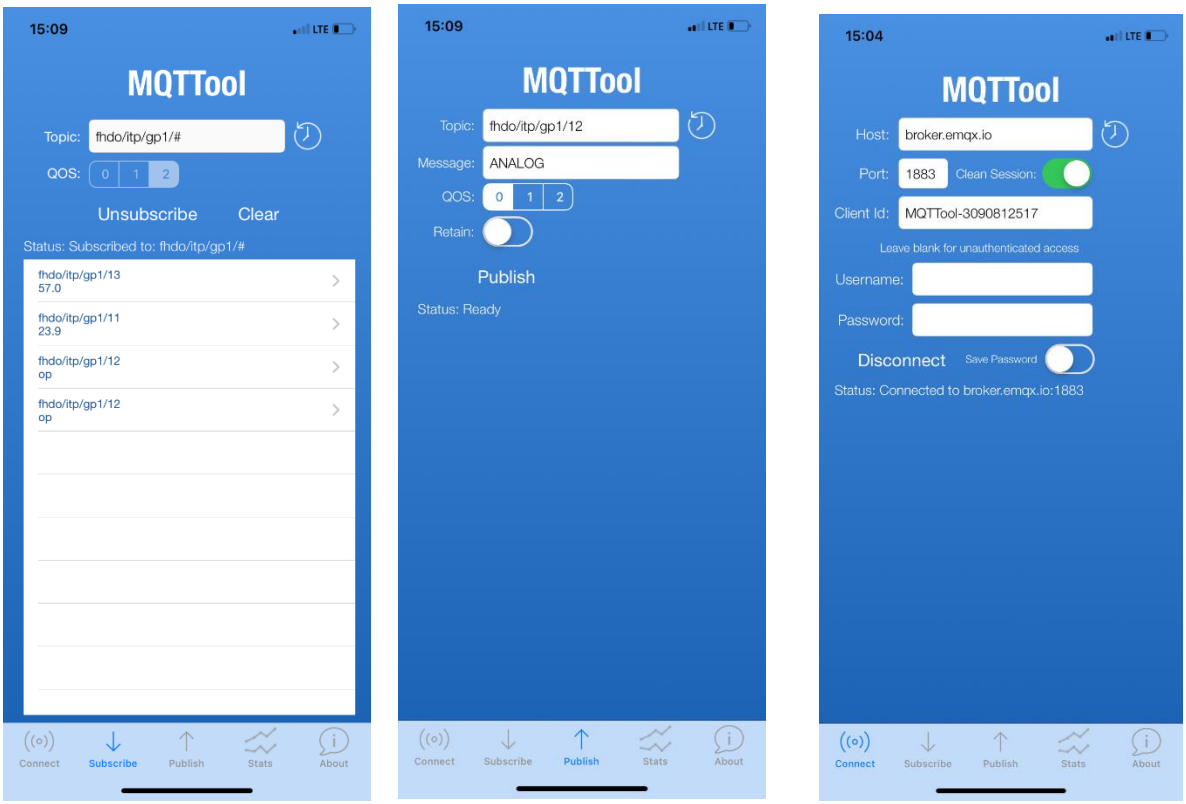


Abbildung 9: Handys-App zur Verfolgung der MQTT-Kommunikation

5. Implementierung und Integration der GUI

Die Implementierung der GUI in das Projekt könnte in Python mit verschieden Module durchgeführt: DASH, Tkinter , PyQt , wxPython , PyGTK , Canvas…

Diese ist ein wichtiger Bestandteil vieler IT-Projekte, da sie es dem Benutzer ermöglicht, die Funktionalität der Anwendung auf einfache und intuitiv verständliche Weise zu nutzen. In Python gibt es mehrere Module, die es ermöglichen, eine GUI zu erstellen. Eines davon ist Tkinter, das im Standardbibliothek von Python enthalten ist und somit auf jedem System verfügbar ist. Das ist auch der Grund, warum Tkinter in diesem Projekt verwendet wurde.

5.1 Der GUI Programm

```
#Import the required Libraries

#import time

import paho.mqtt.client as mqtt


#importierung der Tkinter Bibliothek ,die die Erstellung von grafischen
#Benutzeroberflächen ermöglicht.

from tkinter import *

from tkinter import messagebox

#import PIL Bibliotheken ,die Unterstützung für das Öffnen, Bearbeiten und
#Speichern vieler #verschiedener Bilddateiformate bietet.

from PIL import Image,ImageTk

#Declaration von Variablen für die Feuchtigkeit  und der Temperature

msg_temperatur=None

msg_humidity=None


#Auflistung verschieden Topics

topics = ['fhdo/itp/gp1/12','fhdo/itp/gp1/11','fhdo/itp/gp1/13']

#-------------------------------------------------------------------------
#----------------------------

#----------Funktion , wenn der Broker mit der vorgegebenen Topic eine
#Nachricht bekommt-------

def on_message(client , userdata, message):

    msg=str(message.payload.decode())

    print(message.topic, '--->', msg)

    if message.topic==topics[0]:
```

```
        if msg=="ANALOG":
            Nachricht="Die manuelle Steuerung ist aus!..."
            Fact.set(Nachricht)
        elif msg=="op":
            Fact.set("Welcome....")
        elif msg=="wait":
            Fact.set("Waiting on Movement....")
    if message.topic==topics[1]:
            msg_temperatur="Temperature: "+msg+" °C"
            Fact_temp.set(msg_temperatur)
    if message.topic==topics[2]:
            msg_humidity='Humidity: '+msg+" %"
            Fact_humid.set(msg_humidity)
#---------------------Funktion beim Anschließen oder Abonnement der Client
def on_connect (client, userdata, flags, rc):
    client.subscribe ('fhdo/itp/gp1/#')
#-----------------------Anwendung der MQTT- Protokoll-----------------
client = mqtt.Client()
BROKER_ADDRESS="broker.emqx.io"
client.on_connect = on_connect
client.on_message =on_message
client. connect (BROKER_ADDRESS)
client. loop_start()
#----Ausführende Funktion , wenn man auf OPEN klickt ----------------
def btn_on_click():
    client.publish(topics[0], 'open')
    Nachricht ="Der Tür ist geöffnet!..."
    Fact.set(Nachricht)
#----Ausführende Funktion , wenn man auf CLOSED klickt ----------------
def btn_off_click():
    client.publish(topics[0], 'off')
    Nachricht ="Der Lufter ist aus!..."
```

```
    Fact.set(Nachricht)
#----Ausführende Funktion , wenn man auf Turn_On klickt ----------------
def btn_turn_click():
    client.publish(topics[0], 'turn')
    Nachricht ="Der Lufter ist ein!..."
    Fact.set(Nachricht)
#----Ausführende Funktion , wenn man auf Turn_Off klickt ----------------
def btn_closed_click():
    client.publish(topics[0], 'closed')
    Nachricht ="Der Tür ist zu!..."
    Fact.set(Nachricht)
#----Ausführende Funktion , wenn man auf MANUELLE klickt ----------------
def btn_press_click():
    messagebox.askquestion("Manuelle Steurerung",
"Wollen Sie wirklich die manuelle Steuerung aktivieren?")
    if 'yes':
        client.publish(topics[0], 'press')
        Nachricht="Manuelle Steuerung aktiviert!..."
        Fact.set(Nachricht)
        print(Nachricht)
    else:
        Nachricht="Die Steuerung ist noch Digital!..."
        Fact.set(Nachricht)
        print(Nachricht)

#Create an instance of tkinter frame
win = Tk()
win.title("IT-Projekt Gruppe1")
        #win.iconbitmap('E:\a.ico')
# Ändert der size des Fenster
win.geometry("1280x620")
# Create text widget and specify size.
```

```
titel= Label(win, text="KÜHLRAUM",fg="deep sky blue", bg="royal blue",
font="Helvetica 16 bold italic").grid(row=0, column=2, columnspan=2)

Tür=Label(win, text='Tür-Button', fg='black', bg='white',
font='verdana').grid(row=3, column=0, columnspan=2)

lufter=Label(win, text='Lufter-Button', fg='black', bg='white',
font='verdana').grid(row=3, column=6, columnspan=2)


#glogale Declaration alle Textvariable zum Anzeigen in Labels

global Fact

global Fact_temp

global Fact_humid


Fact=StringVar()

Fact_temp=StringVar()

Fact_humid=StringVar()


Fact.set("--Stand--")

Fact_temp.set('--Temperature--')

Fact_humid.set('--Humidity--')

#Erstellung eine Objekt my_img zur classe ImageTk

my_img     = ImageTk.PhotoImage(Image.open("fh.png"))

#Erstellung eines  Labels zur Darstellung des Bildes

Bild= Label(image=my_img).grid(row=2, column=2,rowspan=8)


#Erstellung von Labeln zum Anzeigen der Temperatur, der Feuchtigkeit und
#des Standes des JOYPIs

temperatur_info= Label(win, textvariable=Fact_temp, fg="black", bg="white",
font="VERDANA").grid(row=6,column=0,columnspan=2)

feutchtigkeit_info= Label(win, textvariable=Fact_humid, fg="black",
bg="white", font="VERDANA").grid(row=6,column=6,columnspan=2)

stand= Label(win, textvariable=Fact, fg="black", bg="white",
font="VERDANA").grid(row=10,column=2,columnspan=3)


#Erstellung allen gebrauchten Buttons
```

```
bouton0=Button(win, text="OPEN",
relief=RAISED,fg="SpringGreen4",bg="SpringGreen2", font="VERDANA",padx=30,
command= btn_on_click).grid(row=4,column=0)

bouton1=Button(win, text="Turn_ON", relief=RAISED,
fg="blue4",bg="turquoise1", font="VERDANA",padx=30, command=btn_turn_click
).grid(row=4, column=6)

bouton2=Button(win, text="CLOSED", relief=RAISED, fg="white",bg="grey28",
font="VERDANA",padx=30, command=btn_closed_click ).grid(row=4,column=1)

bouton3=Button(win, text="Turn_OFF", relief=RAISED, fg="white",bg="grey28",
font="VERDANA",padx=30, command=btn_off_click).grid(row=4, column=7)

bouton4=Button(win, text="Schließen", relief=SUNKEN,
cursor="spider",fg="white",bg="red2",
font="IMPACT",command=win.quit).grid(row=10,column=7)


bouton5=Button(win, text="MANUELLE", relief=GROOVE,
cursor="spider",fg="DarkOrange1",bg="WHITE",
font="IMPACT",command=btn_press_click).grid(row=10,column=0)


win.mainloop()

#weist Python an, die Ereignisschleife von Tkinter auszuführen
```

5.1.1 Probleme und Lösung

Die Methode "loop_start()" startet die Kommunikationsschleife in einem separaten Thread, während die Methode "loop_forever()" die Programmausführung so lange blockiert, bis die Kommunikationsschleife unterbrochen wird.

5.2 Darstellung der Tkinter-Interface

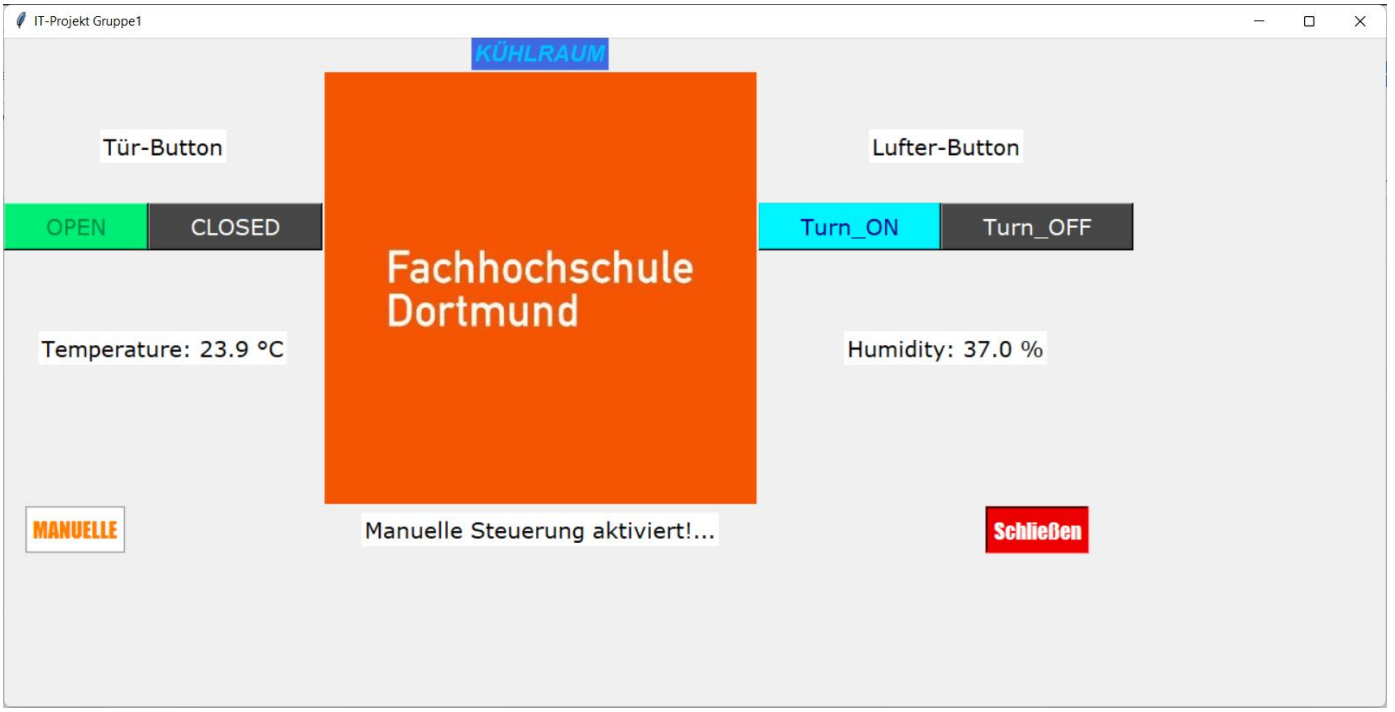


Abbildung 10: Darstellung der Funktionalität der GUI

Auf dem Handy:

- [Pydroid-Apps für Android]

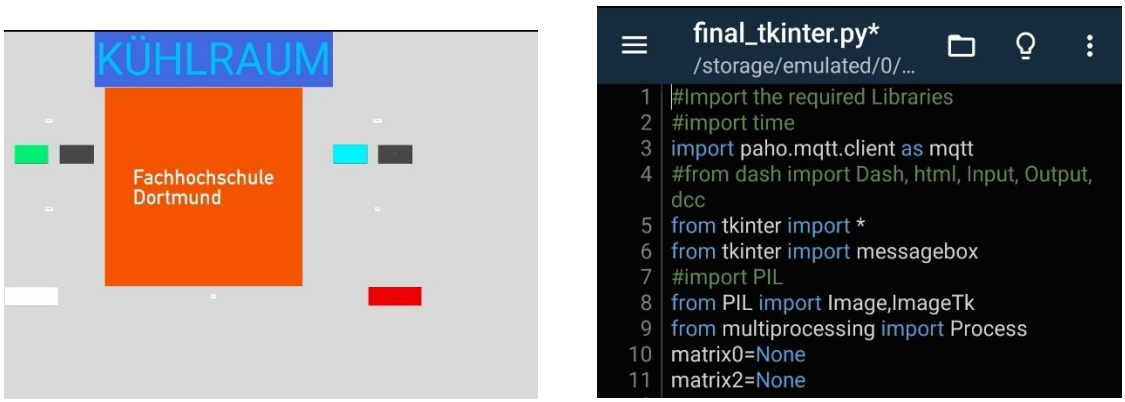


Abbildung 11: Pydroid Apps für Android

6. Benutzerdokumentation und Test der Funktionalität

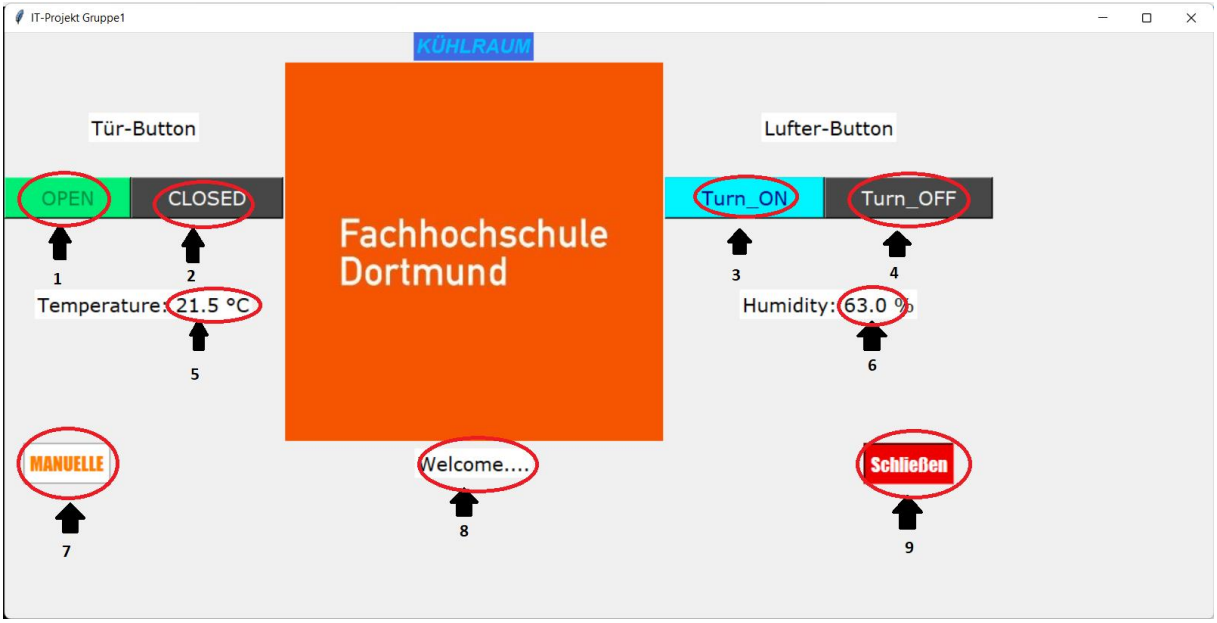


Abbildung 12: GUI (Tkinter) mit Funktionalitäten

Tabelle 2: Liste der Funtionalität der GUI

1)	Open Button:	für das Öffnen der Tür
2)	Closed Button:	für das Schließen der Tür
3)	Turn_ON Button:	für die Einschaltung des Lüfters
4)	Turn_OFF Button:	für die Ausschaltung des Lüfters
5)	Temperatur Anzeige	
6)	Feuchtigkeit Anzeige	
7)	Manuelle Button:	Um die Bewegungssensor (bzw. Motion Sensor) zu aktivieren
8)	Anzeige von Ständen	
9)	Schließen Button:	Um den Programm zu schließen

Hier sind 2 private YouTube-Video zur Verfügung gestellt , wo man klar sehen kann , wie alles Funktioniert:

- Kühlraum IT Projekt

- Kühlraum IT Projekt Updates

7. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend war das Projekt die Steuerung einer Tür (sowie. Lüfter) eines Kühlraums mit Temperatur- und Feuchtigkeit- Erfassung. Im Laufe des Projekts standen wir vor einer Reihe von Problemen, unter anderem die manuelle und digitale Steuerung können nicht gleichzeitig aktiviert werden, weil diese Beide Funktionen Kontrollflussanweisung (bzw. Ablaufsteuerung oder Flow-Control-Anweisung) sind . Das heißt einer kann nur funktionieren, wenn der andere fertig ist. Um dieses Problem zu beheben, kann man sich einen Thread zunutze machen, damit einer davon unabhängig und gleichzeitig mit anderen Teilen des Programms durchlauft.

Des Weiteren könnte der GUI nicht darauf warten, dass die Funktion des zuletzt gedrückten Buttons vollständig ausgeführt wird, bevor er seinen Status sendet und darstellt, weil der Status nicht von der MQTT Protokoll hängt, u.a. der Statut ist direkt in der Funktion des Buttons .Das kann ein Problem bei mehrfache Druck sein , weil der Python die Nachrichten von den MQTT nach und nach speichert, und es nach reihe verarbeitet .Da der MQTT sofort die Nachrichten schickt , muss eine Wartezeit vor das Veröffentlichen der Nachrichten gesetzt und muss der Statut nicht in der Button-funktion stehen, sondern am Ende der Funktion, die der Button abruft.

Außerdem musste zwei Code geschrieben werden und das liegt daran, dass der Raspberry Pi nicht Tkinter unterstutzt. Deshalb wäre in diesem Fall der Oberfläche mit Dash eine gute Lösung, weil seine Nutzung im Raspberry PI möglich ist.

Es wäre schöner dieses Projekt mit Dash (web design mit Bootstrap, CSS, Dash.DAQ, html5 und JavaScript) zu machen, weil Dash moderner sehen wird. Darüber hinaus wäre es super, wenn sich die Temperatur mit dem Lüfter anschließt, sodass bei höherer Temperatur sich der Lüfter automatisch einschaltet.