17. APRIL 2024

ESP32 PROJEKT

CNT WERKSTÄTTE

ELIAS DANZINGER, BATAEV SULIMAN
2DHIT

Inhalt

Einleitung

Aufgabe

Entwicklung eines Systems mit drei ESP32-Mikrocontrollern, das ESP-Now, einen Webserver, WhatsApp Interface integriert hat und durch eine Fernbedienung gesteuert werden kann, sowie Servos zur Tor-Simulation und DHT22-Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren verwendet.

Jedoch mussten wir das Projekt etwas abändern, da wir nicht wussten, ob die Fernbedienung funktioniert und somit die Steuerung mit Fernbedienung über Antenne gestrichen haben.

Ebenfalls wurde das WhatsApp Interface gestrichen da dieses nicht funktioniert hat und immer wieder Probleme gemacht hat.

https://github.com/ObamaSuli/ESP32-Projekt.git <- Der Link zum vollständigen Code

Material

ESP32 (3x), SG90 Micro Servomotor 9G (3x), DHT22 AM2302 Temperatursensor (3x), Breadboard (3x), Widerstand 4,7k (3x), Jumperkabel

Libraries

Hier ist ein Bild von all den Libraries, die man für die Reproduktion dieses Projekts benötigt. Alle Libraries sind im Library Manager der Arduino DIE aufzufinden bis auf diese drei. Diese .zip Dateien muss man herunterladen und dann unter Sketch > Include Library > Add.ZIP Library hinzufügen.

- https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor
- https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library/archive/master.zip
- https://github.com/witnessmenow/Universal-Arduino-Telegram-Bot/archive/master.zip

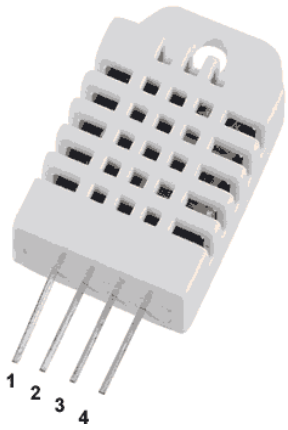
```
13  #include <ESP32Servo.h>
14  #include <ELECHOUSE_CC1101_SRC_DRV.h>
15  #include <Wire.h>
16  #include <WiFi.h>
17  #include <esp_now.h>
18  #include <AsyncTCP.h>
19  #include <ESPAsyncWebServer.h>
20  #include <Adafruit_Sensor.h>
21  #include <DHT.h>
22  #include <WiFiClientSecure.h>
23  #include <UniversalTelegramBot.h>
24  #include <ArduinoJson.h>
```

DHT22

Aufbau DHT22

1. Als erstes muss man diese beiden Libraries herunterladen damit der DHT22 funktioniert.
   - https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor
   - https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library/archive/master.zip
2. Danach muss man sich entscheiden welchen GPIO-Pin auf dem ESP32 man für den DATA-Pin des DHT22 verwenden wird. In diesem Beispiel verwenden wir den GPIO-Pin 32

DHT22 pins	
1	VCC
2	DATA
3	NC
4	GND



1. VCC – 3,3 Volt
2. DATA – Für Temperatur/Humidität
3. NC – Not Connected
4. GND - /

Funktionsweise DHT22

1. Diese Zeile initialisiert eine Instanz der DHT-Klasse zur Kommunikation mit einem DHT22-Sensor und gibt den GPIO-Pin sowie den Sensortyp an

```
60
61  DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
62
```

2. Diese beiden Funktionen lesen die Temperatur bzw. die Luftfeuchtigkeit vom DHT22-Sensor und geben sie als Zeichenfolge zurück, wobei "--" zurückgegeben wird, wenn das Lesen fehlschlägt.

```
273  String readDHTTemperature() {
274    // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
275    // Read temperature as Celsius (the default)
276    float t = dht.readTemperature();
277    // Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
278    //float t = dht.readTemperature(true);
279    // Check if any reads failed and exit early (to try again).
280    if (isnan(t)) {
281      Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
282      return "--";
283    }
284    else {
285      Serial.println(t);
286      return String(t);
287    }
```

```
291  String readDHTHumidity() {
292    // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
293    float h = dht.readHumidity();
294    if (isnan(h)) {
295      Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
296      return "--";
297    }
298    else {
299      Serial.println(h);
300      return String(h);
301    }
302  }
```

3. In der später mit ESP - Now Versendeten Nachricht Outcome werden „temp“, „hum“ und „gateState“ auf aktuelle Werte gesetzt

```
447  void sendAllData(byte dest){
448
449    outcome.temp = readDHTTemperature();
450    outcome.hum = readDHTHumidity();
451    outcome.gateState = gateStatus;
452
453    espNow(dest, 5);
454  }
```

4. Diese Funktion aktualisiert die Daten für drei verschiedene Sensoren. Sie verwendet readDHTHumidity() und readDHTTemperature() für die Feuchtigkeits- und Temperaturwerte vom DHT22-Sensor und speichert sie entsprechend in den Variablen humidity1, humidity2, humidity3,

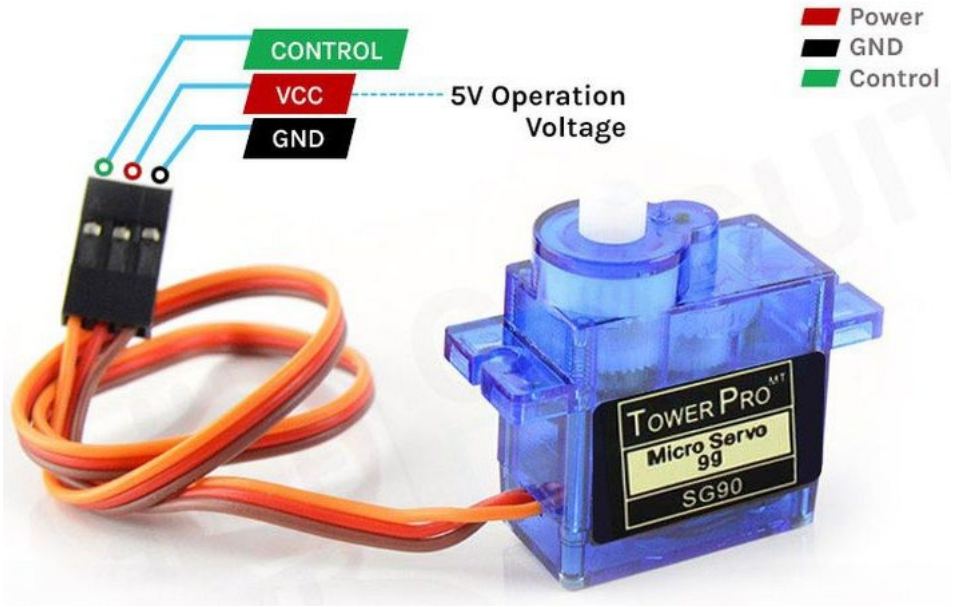
temperature1, temperature2 und temperature3. Wenn das Lesen fehlschlägt, wird "--" zurückgegeben. Die Teile des Codes, die sich auf den Torstatus beziehen, sollten ignoriert werden, da sie für den Servo relevant sind.

```
475  void refreshAllData(){
476    Serial.println("refreshing");
477    if(1 != THIS){
478      espNow(1, 0);
479      delay(2000);
480      humidity1 = income.hum;
481      temperature1 = income.temp;
482      if(income.gateState){
483        gateStatus1 = "offen";
484      }else{
485        gateStatus1 = "zu";
486      }
487    }else{
488      humidity1 = readDHTHumidity();
489      temperature1 = readDHTTemperature();
490      if(gateStatus){
491        gateStatus1 = "offen";
492      }else{
493        gateStatus1 = "zu";
494      }
495
496    }
497    income.temp = "--";
498    income.hum = "--";
500    if(2 != THIS){
501      espNow(2, 0);
502      delay(2000);
503      humidity2 = income.hum;
504      temperature2 = income.temp;
505      if(income.gateState){
506        gateStatus2 = "offen";
507      }else{
508        gateStatus2 = "zu";
509      }
510    }else{
511      humidity2 = readDHTHumidity();
512      temperature2 = readDHTTemperature();
513      if(gateStatus){
514        gateStatus2 = "offen";
515      }else{
516        gateStatus2 = "zu";
517      }
518    }
519    income.temp = "--";
520    income.hum = "--";
522    if(3 != THIS){
523      espNow(3, 0);
524      delay(2000);
525      humidity3 = income.hum;
526      temperature3 = income.temp;
527      if(income.gateState){
528        gateStatus3 = "offen";
529      }else{
530        gateStatus3 = "zu";
531      }
532    }else{
533      humidity3 = readDHTHumidity();
534      temperature3 = readDHTTemperature();
535      if(gateStatus){
536        gateStatus3 = "offen";
537      }else{
538        gateStatus3 = "zu";
539      }
540    }
541    income.temp = "--";
542    income.hum = "--";
543    Serial.println(generateLongText());
544  }
```

Servo SG90

Aufbau Servo SG90

1. Als erstes muss man die ServoESP32 Library herunterladen (wähle Version 1.0.3 – die neuere Version haben derzeit Probleme)
2. Danach muss man sich entscheiden welchen GPIO-Pin auf dem ESP32 man für den PWM-Pin des Servo SG90 verwenden wird. In diesem Beispiel verwenden wir den GPIO-Pin 13. Es wird jedoch nicht empfohlen, die GPIOs 9, 10 und 11 zu verwenden, da sie mit dem integrierten SPI-Flash verbunden sind und nicht für andere Zwecke empfohlen werden.
3. Auf der Abbildung kann man sehen, dass der Servo mit einem Volt Wert von 5 betrieben wird, aber dieser kann auch mit 3,3 Volt betrieben werden.



Funktionsweise Servo SG90

1. Diese Ziele definiert die Konstante TOR_OUT mit dem Wert 13. Diese Konstante wird verwendet, um den Output-Pin anzugeben, an dem das Tor angeschlossen ist. Dieser Pin wird zur Steuerung des Tors verwendet (Servo).

```
47
48  #define TOR_OUT 13
49
```

2. Diese Abschnitte des Codes definieren Funktionen zur Steuerung des Tors:
    - Die Funktion openGate() öffnet das Tor, indem sie den Servo-Motor auf eine Position von 90 Grad dreht und dann eine kurze Verzögerung von 500 Millisekunden einhält. Anschließend wird der Zustand des Tors auf "geöffnet" gesetzt.
    - Die Funktion closeGate() schließt das Tor, indem sie den Servo-Motor auf eine Position von 0 Grad dreht und dann eine kurze Verzögerung von 500 Millisekunden einhält. Danach wird der Zustand des Tors auf "geschlossen" gesetzt.
    - Die Funktion gate() überprüft den aktuellen Zustand des Tors. Wenn das Tor geöffnet ist (gateStatus ist true), wird die Funktion closeGate() aufgerufen, um das Tor zu schließen. Andernfalls wird die Funktion openGate() aufgerufen, um das Tor zu öffnen.

```
335  // Ändert den Zustand des Tores
336  void openGate() {
337    servo1.write(90);              // Oeffnet das TOR
338    delay(500);
339    gateStatus = true;             // Speichert den Zustand des Tores
340  }
341  void closeGate() {
342    servo1.write(0);               // Schließt das TOR
343    delay(500);
344    gateStatus = false;            // Speichert den Zustand des Tores
345  }
346  void gate(){
347    if(gateStatus){
348      closeGate();
349    }else{
350      openGate();
351    }
352  }
```

3. Dieser Abschnitt definiert eine Funktion namens OnDataRecv, die aufgerufen wird, wenn Daten empfangen werden.
   - memcpy(&income, incomeData, sizeof(income)); kopiert die empfangenen Daten in die Variable income.
   - Serial.print("Bytes received: "); gibt die Anzahl der empfangenen Bytes über die serielle Schnittstelle aus.
   - Der Code führt je nach dem empfangenen action_income eine entsprechende Aktion aus:
   - Wenn action_income 0 ist, werden alle Daten an die Quelle zurückgesendet.
   - Wenn action_income 1 ist, wird das Tor geöffnet.
   - Wenn action_income 2 ist, wird das Tor geschlossen.
   - Wenn action_income 3 ist, wird eine Funktion aufgerufen, um das Tor zu öffnen oder zu schließen, je nach aktuellem Zustand.
   - Wenn action_income 5 ist, werden die Daten ignoriert.

```
676  void operateSerial(){
677    /*
678    String operationHereSerial = Serial.readStringUntil(' ');
679    byte boardHereSerial = 0;
680    if(Serial.available() > 0){
681      boardHereSerial = Serial.parseInt();
682    }
683    if(Serial.available() > 0){
684      Serial.read();
685    }
686    */
687    String inputHereSerial = Serial.readStringUntil('\n'); // Eingabe lesen, bis ein Zeilenumbruch (\n) erreicht ist
688
689    interpretText(inputHereSerial);
690
691    income.temp = "--";
692    income.hum = "--";
693    income.gateState = false;
694
695    if(Serial.available() > 0){
696      Serial.read();
697    }
```

4. Diese Funktion operateSerial() liest die Eingabe von der seriellen Schnittstelle, interpretiert sie und setzt dann die Werte für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und den **Torzustand** auf Standardwerte zurück.

```
388  void OnDataRecv(const uint8_t * mac, const uint8_t *incomeData, int len){
389    memcpy(&income, incomeData, sizeof(income));
390    Serial.print("Bytes received: ");
391    Serial.println(len);
392
393    // Code der je nach income das Tor öffnet / schließt
394    dest_income = income.dest;
395    action_income = income.action;
396    src_income = income.src;
397    if(dest_income == THIS){
398      // wenn dieses Board gemeint war: gehe in send, wodurch gleich die action gehandelt wird (board_income ist sicher THIS)
399      if(action_income == 0){
400        sendAllData(src_income);
401      }else if(action_income == 1){
402        openGate();
403      }else if(action_income == 2){
404        closeGate();
405      }else if(action_income == 3){
406        gate();
407      }else if(action_income == 5){
408        // alle Daten durch memcpy in income drin
409      }
410    }
411  }
```

Webserver

Aufbau Webserver

1. Als erstes muss man die AsyncTCP, ESPAsynsWebserver, ArduinoJson, Wifi, WifiClientSecure Library herunterladen

Funktionsweise Webserver

1. Erstellt einen AsyncWebServer auf dem Port 80

```
64
65  AsyncWebServer server(80);                  // Create AsyncWebServer object on port 80
66
```

2. Als nächstes muss man seinen Webserver auch mit HTML/CSS/Javacript schreiben (von dem Code ist in dieser Dokumentation kein Bild da dieses zu groß ist) und kann darin Placeholders erstellen und kann diese durch diese Zeilen ersetzen

```
244  // Replaces placeholder with button section in your web page
245  String processor(const String& var) {
246    //Serial.println(var);
247    if (var == "GATEONE") {
248      return gateStatus1;
249    } else if (var == "TEMPERATUREONE") {
250      return temperature1;
251    } else if (var == "HUMIDITYONE") {
252      return humidity1;
253    } else if (var == "GATETWO") {
254      return gateStatus2;
255    } else if (var == "TEMPERATURETWO") {
256      return temperature2;
257    } else if (var == "HUMIDITYTWO") {
258      return humidity2;
259    } else if (var == "GATETHREE") {
260      return gateStatus3;
261    } else if (var == "TEMPERATURETHREE") {
262      return temperature3;
263    } else if (var == "HUMIDITYTHREE") {
264      return humidity3;
265    }
266    return String();
267  }
```

3. Dieser Code ist ein Beispiel für einen ESP32-Webserver, der verschiedene Funktionen bereitstellt, darunter die Möglichkeit, mit verschiedenen Endpunkten zu interagieren und Parameter zu übergeben.
    - handleWebServer(): Diese Funktion wird aufgerufen, wenn der Endpunkt /doSomething aufgerufen wird. Sie erwartet zwei Parameter (param1 und param2). Wenn action den Wert 5 hat, wird refreshAllData() aufgerufen, dann wird der Webserver beendet (server.end()), die Verbindung zum WiFi wird neu hergestellt und der Webserver wird erneut gestartet. Andernfalls wird die Funktion espNow() aufgerufen.
    - connectToWifi(): Diese Funktion versucht, eine Verbindung zum WiFi-Netzwerk herzustellen und den Webserver zu starten. Zuerst wird eine Verbindung zum WiFi hergestellt. Dann wird eine Schleife ausgeführt, um auf eine erfolgreiche Verbindung zu warten oder bis zu einer festgelegten Zeit (hier 3000 Millisekunden) zu warten. Wenn die Verbindung erfolgreich ist, wird der ESP32-Webserver gestartet und Routen für verschiedene Endpunkte festgelegt, einschließlich einer Root-Seite (/), einer Funktion zum Aktualisieren eines GPIO-Pins (/update), und einer Funktion zum Abfragen des Zustands des GPIO-Pins (/state). Es gibt auch auskommentierten Code für Endpunkte zum Lesen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit von Sensoren.

```
567  // WEB - Server
568  void handleWebServer(AsyncWebServerRequest *request){
569    int board = request->arg("param1").toInt(); // Erster Parameterwert aus der URL erfassen
570    int action = request->arg("param2").toInt(); // Zweiter Parameterwert aus der URL erfassen
571    if(action == 5){
572      refreshAllData();
573
574      server.end();
575      //WiFi.end();
576
577      connectToWifi();
578
579      /*
580      server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
581        // Die HTML-Seite mit aktualisierten Werten zurücksenden
582        request->send(200, "text/html", replacePlaceholders(index_html));
583      });
584      */
585    }else{
586      espNow(board, action);
587    }
588  }
```

```
618  void connectToWifi(){
619
620    // Connect to Wi-Fi
621    WiFi.begin(ssid, password);
622    startTime = millis(); // Startzeit erfassen
623    client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
624    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && millis() - startTime < 3000) {
625      delay(1000);
626      Serial.println("Connecting to WiFi..");
627    }
628    if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
629      Serial.println("Could not connect to Wifi");
630
631    }else{
632      // Print ESP32 Local IP Address
633      Serial.println(WiFi.localIP());
634
635      // Route for root / web page
636      server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
637        request->send_P(200, "text/html", index_html, processor);
638      });
640  server.on("/doSomething", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){ handleWebServer(request); });
641      // Send a GET request to <ESP_IP>/update?state=<inputMessage>
642     server.on("/update", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest* request) {
643      String inputMessage;
644      String inputParam;
645      // GET input1 value on <ESP_IP>/update?state=<inputMessage>
646      if (request->hasParam("state")) {
647        inputMessage = request->getParam("state")->value();
648        digitalWrite(13, inputMessage.toInt());
649      } else {
650        inputMessage = "No message sent";
651      }
652      Serial.println(inputMessage);
653      request->send(200, "text/plain", "OK");
654    });
655
656    // Send a GET request to <ESP_IP>/state
657    server.on("/state", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest* request) {
658      request->send(200, "text/plain", String(digitalRead(13)));
659    });
656      // Send a GET request to <ESP_IP>/state
657      server.on("/state", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest* request) {
658        request->send(200, "text/plain", String(digitalRead(13)));
659      });
660      /*
661        server.on("/temperature", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
662          request->send_P(200, "text/plain", readDHTTemperature().c_str());
663        });
664        server.on("/humidity", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){
665          request->send_P(200, "text/plain", readDHTHumidity().c_str());
666        });
667      */
668
669      // Start server
670      server.begin();
671    }
```

Telegram

Aufbau Telegram Interface

1. Als erstes muss man die UniversalTelegramBot Library herunterladen. (Es wird auch die Wifi Bibliothek verwendet – siehe Webserver)
2. Danach Telegram herunterladen und den Botfather verwenden um 3 Bots für die 3 ESP32 zu erstellen – Username und Name der Bots sind unrelevant aber es wichtig sich die Tokens der Bots zu speichern da diese für die Kommunikation gebraucht wird
3. Zusätzlich den IDBot anschreiben und seine ChatID beantragen diese ist ebenfalls für die Kommunikation benötigt

Funktionsweise Telegram Interface

1. Diese Teile des Codes konfigurieren die Verbindung zu einem Telegram-Bot für die Kommunikation mit einem Chat. Hier ist eine Zusammenfassung:
   - String token[]: Dieses Array enthält die Telegram-Bot-Token für verschiedene Boards. Die Indizes im Array entsprechen den Board-Nummern. token[THIS] wird verwendet, um das Bot-Token für das aktuelle Board zu wählen.
   - String BOTtoken: Diese Zeile setzt das Bot-Token auf das entsprechende Token für das aktuelle Board.
   - String CHAT_ID: Hier wird die Chat-ID festgelegt, mit der der Bot kommunizieren soll. Diese ID identifiziert den Chat oder die Gruppe, in der der Bot Nachrichten empfangen und senden soll.
   - WiFiClientSecure client: Hier wird ein sicheres WiFi-Client-Objekt erstellt, das für die Kommunikation mit dem Telegram-Server verwendet wird.
   - UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, client): Hier wird ein UniversalTelegramBot-Objekt erstellt, das das Bot-Token und den Client verwendet, um Nachrichten an den Telegram-Server zu senden und zu empfangen.
   - lastUpdateTime und updateInterval: Diese Variablen und Konstanten werden für die Aktualisierung des Bots verwendet, um sicherzustellen, dass der Bot regelmäßig aktualisiert wird. Derzeit ist die Aktualisierungsintervall auf 0 Millisekunden eingestellt, was bedeutet, dass der Bot so oft wie möglich aktualisiert wird.

2. Dieser Abschnitt des Codes überprüft regelmäßig, ob es neue Nachrichten für den Bot gibt, indem er in bestimmten Zeitintervallen

```
String token[] = {" ", "7081776857:AAGZu1PSEB-_zNQeIemqdzPqNRixJOczWWI", "7184436868:AAF1fVyoowA9ns-H9hUX_xU0NsBxQBXoLCI", "6720615447:AAGt-R-hI56hcwnogYpZLOU_bw
// Initialize Telegram BOT
String BOTtoken =token[THIS];  // your Bot Token (Get from Botfather)
// Use @myidbot to find out the chat ID of an individual or a group
String CHAT_ID=  "7009086441";
WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, client);

// Timer for bot update check
unsigned long lastUpdateTime = 0;
const unsigned long updateInterval = 0; // Update interval in milliseconds (5 seconds)
```

3. Diese Funktion „handleNewMessages“ verarbeitet neue Nachrichten, die vom Telegram-Bot empfangen wurden.
    - Die Funktion geht durch alle neuen Nachrichten, die vom Bot empfangen wurden, numNewMessages.
    - Für jede Nachricht wird die Chat-ID der Nachricht überprüft, um sicherzustellen, dass die Nachricht von einem autorisierten Benutzer kommt -> ChatID die oben schon definiert wurde
    - Wenn die Nachricht mit "/start" übereinstimmt, wird eine Willkommensnachricht mit einer Liste der verfügbaren Befehle gesendet.
    - Die Funktion ruft dann interpretText(text) auf, um den Text der Nachricht zu interpretieren und entsprechende Aktionen auszuführen.
    - Wenn die Nachricht den Befehl "/data" gefolgt von einer Zahl (1, 2 oder 3) enthält, wird eine Nachricht mit den Informationen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Zustand des Tores) des entsprechenden ESPs zurückgesendet.
    - Am Ende wird dem Benutzer eine Bestätigungsnachricht gesendet, dass die Operation ausgeführt wurde -> Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsvariablen werden zurückgesetzt.

```
942  void handleNewMessages(int numNewMessages) {
943    for (int i=0; i<numNewMessages; i++) {
944      Serial.print("got telegram messages");
945      String chat_id = String(bot.messages[i].chat_id);
946      if (chat_id != CHAT_ID) {
947        bot.sendMessage(chat_id, "Unauthorized user", "");
948        continue;
949      }
950
951      String text = bot.messages[i].text;
952
953      if (text == "/start") {
954        String welcome = "Welcome.\n";
955        welcome += "Use the following commands:\n\n";
956        welcome += "/data - get all Infos of an ESP\n";
957        welcome += "/open - open gate of an ESP\n";
958        welcome += "/close - close gate of an ESP\n";
959        welcome += "Add a number 1 - 3 after the Text to choose ESP\n";
960        bot.sendMessage(chat_id, welcome, "");
961        continue;
962      }
```

```
964       interpretText(text);
965       if(text == "data 1"){
966         String outputString = "TOR 1";
967         outputString += "\nTemperatur: " + income.temp;
968         outputString += "\nHumidity: " + income.hum;
969         if(income.gateState){
970           outputString += "\nZustand: offen\n";
971         }else{
972           outputString += "\nZustand: geschlossen\n";
973         }
974
975         bot.sendMessage(chat_id, outputString, "");
976       }else if(text == "data 2"){
977         String outputString = "TOR 2";
978         outputString += "\nTemperatur: " + income.temp;
979         outputString += "\nHumidity: " + income.hum;
980         if(income.gateState){
981           outputString += "\nZustand: offen\n";
982         }else{
983           outputString += "\nZustand: geschlossen\n";
984         }
```

```
986       bot.sendMessage(chat_id, outputString, "");
987     }else if(text == "data 3"){
988       String outputString = "TOR 3";
989       outputString += "\nTemperatur: " + income.temp;
990       outputString += "\nHumidity: " + income.hum;
991       if(income.gateState){
992         outputString += "\nZustand: offen\n";
993       }else{
994         outputString += "\nZustand: geschlossen\n";
995       }
996
997       bot.sendMessage(chat_id, outputString, "");
998     }
999     income.temp = "--";
1000    income.hum = "--";
1001
1002    bot.sendMessage(chat_id, "Operated", "");
1003
1004  }
1005 }
```

ESP-Now

Aufbau ESP-Now

1. Als erstes muss man die esp_now Library herunterladen. (Es wird auch die Wifi Bibliothek verwendet – siehe Webserver)
2. Danach muss man die Mac-Adressen der einzelnen ESP32 herausfinden

```
68  uint8_t ed[] = {0x08, 0x3A, 0xF2, 0xB6, 0x79, 0xD0};
69  uint8_t one[] = {0x40, 0x22, 0xD8, 0x56, 0x82, 0x14};
70  uint8_t two[] = {0xB4, 0x8A, 0x0A, 0x57, 0xBE, 0x18};
71  uint8_t three[] = {0x40, 0x22, 0xD8, 0x52, 0xE0, 0xEC};
```

Funktionsweise ESP-Now

1. Um über ESP – NOW die Kommunikation zwischen mehreren ESP32 Boards zu ermöglichen ist es notwendig, die MAC – Adressen der jeweiligen Boards zu kennen. Hierzu wird folgender Code hochgeladen und durchgeführt:

```
#include "WiFi.h”

void setup(){
```

```
  Serial.begin(115200);
  WiFi.mode(WIFI_MODE_STA);
  Serial.println(WiFi.macAddress());
}

void loop(){

}
```

im Serial Plotter eine Baud-rate von 115200 einstellen und anschließend den EN-Knopf am ESP32 drücken.
Die Mac Adressen könne aufgeschrieben und den jeweiligen Boards zugeordnet werden. Diese müssen später im ESP32 Code gespeichert werden.

```
// MAC - Adressen aller Boards
uint8_t one[] = {0x40, 0x22, 0xD8, 0x56, 0x82, 0x14};
uint8_t two[] = {0xB4, 0x8A, 0x0A, 0x57, 0xBE, 0x18};
uint8_t three[] = {0x40, 0x22, 0xD8, 0x52, 0xE0, 0xEC};
```

2. ESP – NOW erfordert die Libraries: **<esp_now.h>** und **<WiFi.h>**
3. Nun wird eine Struktur für die Nachrichten vorgegeben, von der einmal ein income und einmal ein outcome Variable erstellt wird, um dort eingehende oder zu versendende Daten hineinspeichern zu können. Zusätzlich werden peer info Variablen für die unterschiedlichen ESP32 Boards erstellt.

```
// Struktur von über ESP - NOW versendeten / eingelesenen Nachrichten
typedef struct struct_message {
  byte src;
  byte dest;
  byte action;

  String temp;
  String hum;
  bool gateState;
} struct_message;

struct_message income;
struct_message outcome;

esp_now_peer_info_t peerInfoOne;
esp_now_peer_info_t peerInfoTwo;
esp_now_peer_info_t peerInfoThree;
```

4. Folgende Variablen werden später zusätzlich verwendet:

```
bool dataReceived = false;
bool gateState = false;                    // false: zu, true: offen
byte dest_send;                             // Dest bei Nachricht senden
byte action_send;                           // zu versendende Aktion
byte dest_income;                           // Dest einer erhaltenen Nachricht
byte action_income;                         // Erhaltene Aktion
byte src_income;                            // Source ESP einer eingegangenen Nachricht
byte count_send = 0;

String temperature1, temperature2, temperature3;
String humidity1, humidity2, humidity3;
String gateState1, gateState2, gateState3;

String success;
int boardHere;
```

5. Folgende Methode wird ausgeführt, wenn Daten versendet wurden. Sie dient zur Erkennung, ob die Daten erfolgreich gesendet werden konnten:

```
void OnDataSent(const uint8_t *mac_addr, esp_now_send_status_t status){
  Serial.print("\r\nLast Packet Send Status:\t");
  Serial.print(status == ESP_NOW_SEND_SUCCESS ? " :) " : " :( ");
  if (status == 0) {
    success = " :) ";
  }else {
    success = " :( ";
    Serial.println(success);
    if(count_send < 5){
      // retry
      send(dest_send, action_send);
      count_send++;
    }
  }
}
```

6. Folgende Methode wird ausgeführt, wenn Daten erhalten werden. Hier ist der Code enthalten, der auf die Nachricht reagiert. In unserem Fall wird je nach eingehender action, eine unterschiedliche Aktion durchgeführt.

```
void OnDataRecv(const uint8_t * mac, const uint8_t *incomeData, int len){
  memcpy(&income, incomeData, sizeof(income));
  Serial.print("Bytes received: ");
  Serial.println(len);

  // Code der je nach income das Tor öffnet / schließt
  dataReceived = true;

  dest_income = income.dest;
  action_income = income.action;
  src_income = income.src;
  if(dest_income == THIS){
    // wenn dieses Board gemeint war: gehe in send, wodurch gleich die action gehandelt wird (board_income ist sicher THIS
    if(action_income == 0){
      sendAllData(src_income);
    }else if(action_income == 1){
      openGate();
    }else if(action_income == 2){
      closeGate();
    }else if(action_income == 3){
      gate();
```

```
    }else if(action_income == 5){
      if(src_income == 1){
        temperature1 = income.temp;
        humidity1 = income.hum;
        if(income.gateState){
          gateState1 = "offen";
        }else{
          gateState1 = "geschlossen";
        }
      }else if(src_income == 2){
        temperature2 = income.temp;
        humidity2 = income.hum;
        if(income.gateState){
          gateState2 = "offen";
        }else{
          gateState2 = "geschlossen";
        }
      }else if(src_income == 3){
        temperature3 = income.temp;
        humidity3 = income.hum;
        if(income.gateState){
          gateState3 = "offen";
```

7. Folgende Methode versendet Daten, nachdem in die Nachricht outcome die mindestens notwendigen Informationen gespeichert wurden

```
// as address 1, 2, 3 to define if it should go to board 1, 2, or 3
void send(byte toBoard, byte action){

    outcome.src = THIS;
    outcome.dest = toBoard;
    outcome.action = action;

    dest_send = toBoard;
    action_send = action;

    esp_err_t result;
    switch(toBoard) {
        case 1:
          result = esp_now_send(one, (uint8_t *) &outcome, sizeof(outcome));
          break;
        case 2:
          result = esp_now_send(two, (uint8_t *) &outcome, sizeof(outcome));
          break;
        case 3:
          result = esp_now_send(three, (uint8_t *) &outcome, sizeof(outcome));
          break;
        default:

          result = ESP_LOG_ERROR;
          break;
      }
      if (result == ESP_OK) {
        Serial.print("Sent with success. Further: ");
      }else if (result == ESP_LOG_ERROR) {
        Serial.println("Wrong board");
      }else {
        Serial.println("Error sending the data" + result);
      }
    // Send message via ESP-NOW
    //esp_err_t result = esp_now_send(broadcastAddress, (uint8_t *) &address, 1);
}
```

8. Folgende Methode wird vom Restlichen Programm aufgerufen, um Nachrichten zu senden (nicht direkt send). Hierdurch kann kontrolliert werden, ob sicher nicht das eigene Board gemeint ist, und dass mehrere Versuche, eine Nachricht zu versenden durchgeführt werden können, falls die Nachrichten nicht ankommen.

```
void espNow(int toBoard, int action){
  if(toBoard == THIS){
    switch(action){
      case 1:
        openGate();
        break;
      case 2:
        closeGate();
        break;
      case 3:
        gate();
    }
  }else{
    count_send = 0;
    dataReceived = false;
    send(toBoard, action);
    if(action == 0){
      requestStart = millis();
      while(!dataReceived && millis() - requestStart < 2000){
          // awaiting an answer
      }
    }
    delay(500);
  }
}
```

9. Im setup(): folgender Code initialisiert ESP – NOW und die OnDataSent Methode

```
// Init ESP-NOW
if (esp_now_init() != ESP_OK) {
  Serial.println("Error initializing ESP-NOW");
  return;
}else{
  Serial.println("Initialized ESP-NOW");
}

esp_now_register_send_cb(OnDataSent);
```

10. Folgender Code fügt die Gesprächspartner für ESP – NOW hinzu. Ein ESP32 der hier nicht hinzugefügt wird, kann nicht angesprochen werden. Zuletzt wird noch die OnDataRecv Methode initialisiert.

```
// 1
if(THIS != 1){
  Serial.println("Adding peer one..");
  // Register peer
  memcpy(peerInfoOne.peer_addr, one, 6);
  peerInfoOne.channel = 0;
  peerInfoOne.encrypt = false;

  // Add peer
  if (esp_now_add_peer(&peerInfoOne) != ESP_OK){
    Serial.println("Failed to add peer one");
    return;
  }
}
// 2
if(THIS != 2){
  Serial.println("Adding peer two..");
  // Register peer
  memcpy(peerInfoTwo.peer_addr, two, 6);
  peerInfoTwo.channel = 0;
  peerInfoTwo.encrypt = false;

  // Add peer
```

Befehle

Folgende Funktionen sind nun implementiert:

- Steuerung eines Servos, der ein Tor simuliert. (Bei jedem ESP32)
- Temperaturmessung über den DHT22. (Bei jedem ESP32 extra)
- Luftfeuchtigkeitsmessung über den DHT22. (Bei jedem ESP32 extra)
- (Wenn nun von „allen Daten“ gesprochen wird sind folgende drei Dinge gemeint: Temperatur in °C, Luftfeuchtigkeit in % und der Zustand des Tores eines ESP32 (offen / geschlossen). Dies für alle 3 ESP32)
- Kommunikation zwischen den 3 ESP32 ermöglicht über ESP-NOW
- Jeder ESP32 hat einen Webserver. Über diesen können alle Tore gesteuert und alle Daten angezeigt werden.

- Jeder ESP32 hat ein Telegramm – Interface. Hier kann man einige Befehle eingeben:
- /start : gibt eine Startnachricht aus, die die möglichen Befehle erklärt
- open 1 / open 2 / open 3: Öffnet das Tor des jeweiligen ESP32
- close 1 / close 2 / close 3: Schließt das Tor des jeweiligen ESP32
- Data 1 / Data 2 / Data 3: Gibt die Daten des jeweiligen ESP32 zurück
- Auch die Kommunikation über Serial ist mit einigen Befehlen möglich:
- open 1 / open 2 / open 3: Öffnet das Tor des jeweiligen ESP32
- close 1 / close 2 / close 3: Schließt das Tor des jeweiligen ESP32
- Data 1 / Data 2 / Data 3: Gibt die Daten des jeweiligen ESP32 zurück
- wifi : Wenn der ESP32 nicht mit dem WLAN verbunden ist, versucht er sich nun mit dem WLAN zu verbinden
- // Wenn der ESP32 die setup() Methode durchläuft, oder sich der Servo beweg, leuchtet die eingebaute LED auf.

Fazit

Allgemein ist uns das Projekt schwergefallen, da wir uns wenig mit der Arduino IDE und dem ESP32 auskannten und sind immer wieder auf Probleme gestoßen. So sei es das eine falsche Library hinzugefügt wurde oder, dass ein Fehler in einer Methode aufgetaucht ist. Im Endeffekt mussten wir die Idee mit der Antenne und Fernbedienung streichen da dieses nach vielem Versuchen nicht funktioniert hat, beziehungsweise die Fernbedienung mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht funktioniert. Das gleiche für das WhatsApp Interface, welches Geld gekostet hätte. Jedoch konnten wir hier es durch ein Telegram Interface ersetzen. Um unser Projekt noch zu verbessern wollten wir auch ein OLED-Display hinzufügen und die DHT22 Werte anzeigen lassen, aber diese Idee musste auch nach langem Versuchen verworfen werden da es einfach nicht funktioniert hat. Wir hatten die Möglichkeit viel zu lernen und zu wachsen, aber die Schlaflosen Nächte die wir wegen Fehlerhaften Code durchleben mussten werden wir nie vergessen.