**Bedienungsanleitung – Automatische Pflanzenbewässerung "BloomBuddy"**

Willkommen zur Bedienungsanleitung für das Blombuddy-Bewässerungssystem! Dieses System dient zur automatisierten Versorgung Ihrer Pflanzen mit Wasser und informiert Sie zuverlässig über wichtige Umgebungsdaten. Diese Anleitung führt Sie Schritt für Schritt durch die Funktionalitäten und den Ablauf der Anlage.

**1. Systemübersicht**

**Funktionen:**

* Automatische Bewässerung der Pflanze anhand der Bodenfeuchtigkeit
* Messung und Überwachung von:
  + Bodenfeuchtigkeit
  + Temperatur und Luftfeuchtigkeit
  + Helligkeit
  + Wasserfüllstand (Entfernungssensor)
* Datenübertragung per MQTT an eine zentrale Steuerung/Visualisierung mit Node-Red
* Push-Benachrichtigungen bei niedrigem Tankfüllstand
* Speicherung aller Sensordaten in einer Datenbank
* Manuelle Steuerung der Pumpe über Node-Red-Dashboard

**2. Inbetriebnahme und Aufbau**

**Benötigte Hardware:**

* ESP32 S3 Mikrocontroller
* Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0.0 (Bodenfeuchte)
* AHT21 (Temperatur- & Luftfeuchte-Sensor)
* BH1750 (Helligkeitssensor)
* VL53L0X (Entfernungssensor, misst Wasserfüllstand)
* 5V Relais (Schaltet die Pumpe)
* 5V 2A Steckernetzteil
* AM325 Mini-Pumpe

**Benötigte Bibliotheken in Micropython:**

* aht.py
* bh1750.py
* VL53L0X.py

**Vorbereitung:**

* Schließen Sie alle Sensoren und das Relais gemäß der Hardwareliste und des Schaltplans an die vorgesehenen Pins des ESP32 an.
* Stellen Sie sicher, dass der WLAN-Zugang (SSID & Passwort) korrekt im Code hinterlegt ist.

**Inbetriebnahme:**

* Schalten Sie das System ein, indem Sie den ESP32 und die Pumpe mit Strom versorgen.
* Verlegen Sie die Schläuche der Pumpe so, dass ein Schlauch vom Wassertank zur Pumpe und der andere von der Pumpe zur Pflanze führt. Achten Sie dabei unbedingt auf die Flussrichtung der Pumpe, damit das Wasser korrekt gepumpt wird.
* Stecken Sie den Capacitive Soil Moisture Sensor bis zur Markierung auf dem Sensor in die Pflanzerde. Nur so kann eine zuverlässige Messung der Bodenfeuchte erfolgen.
* Platzieren Sie das Schlauchende der Pumpe mit ausreichend Abstand zum Sensor in der Erde, damit das Wasser nicht direkt auf den Sensor trifft. Dadurch werden Messfehler durch direkte Benetzung des Sensors vermieden.

**3. Funktionen im Detail**

**3.1 Sensorik & Messungen**

* Bodenfeuchtigkeit:  
  Der Sensor misst den Feuchtegrad im Boden. Die Werte werden zwischen "sehr trocken" (z. B. 3070) und "sehr nass" (z. B. 1700) kalibriert.
* Temperatur und Luftfeuchtigkeit:  
  Gemessen mit dem AHT21 und als Mittelwert aus mehreren Messungen ermittelt.
* Helligkeit:  
  Gemessen mit dem BH1750; Mittelwertbildung zur Genauigkeit.
* Wasserfüllstand:  
  Der VL53L0X misst die Entfernung zur Wasseroberfläche und erkennt so den Tankfüllstand.

**3.2 Automatische Pumpensteuerung**

* Ist der Boden zu trocken (≤ 40%), wird die Pumpe automatisch für 15 Sekunden eingeschaltet, um die Pflanze zu bewässern.
* Nach Ablauf der 15 Sekunden schaltet sich die Pumpe automatisch wieder ab.
* Ist die Bodenfeuchtigkeit hoch genug (> 40%), bleibt die Pumpe aus.
* Bei sehr hoher Bodenfeuchtigkeit (≥ 80%) legt das System eine längere Pause ein (z.B. 30 Sekunden, kann auf bis zu 15 Minuten angepasst werden).

**3.3 Datenverarbeitung & -übertragung**

* Jeder Messzyklus berechnet gemittelte Sensordaten und entfernt Ausreißer zur Verbesserung der Genauigkeit.
* Die Ergebnisse werden als JSON-Objekt verpackt und über MQTT an das Netzwerk (Node-Red) gesendet.
* In Node-Red werden die Daten empfangen, visualisiert und in eine Datenbank (MariaDB) gespeichert

**3.4 Push-Benachrichtigung & Alarm**

* Sinkt der Füllstand des Wassertanks unter 20%, wird eine Push-Benachrichtigung ausgelöst (eine E-Mail versendet).

**4. Bedienung im Alltag**

**Automatikbetrieb:**

* Nach Anschluss startet das System automatisch.
* Die Sensoren messen regelmäßig alle Werte, regeln die Bewässerung und melden die Umgebungsinformationen an das Netzwerk.
* Sie müssen lediglich sicherstellen, dass der Wassertank regelmäßig nachgefüllt wird.

**Manuelle Steuerung über das Node-Red Dashboard**

Die Pumpe kann jederzeit manuell über das Node-Red Dashboard gesteuert werden. Die manuelle Steuerung hat Vorrang vor dem Automatikbetrieb:

* Ist der Schalter im Dashboard auf „ON“ gestellt, läuft die Pumpe dauerhaft und der Automatikbetrieb ist deaktiviert. Dies ist beispielsweise nützlich, um den Schlauch zu spülen oder die Pumpe gezielt zu testen.
* Ist der Schalter auf „OFF“ gestellt, übernimmt das System wieder die automatische Steuerung der Bewässerung entsprechend der gemessenen Bodenfeuchtigkeit.
* Solange der Schalter auf „ON“ bleibt, bleibt die Anlage im Handbetrieb und geht nicht in den Automatikmodus über.

Die Steuerung erfolgt über einen Schalter im Node-Red Dashboard, der per MQTT mit dem System verbunden ist.

**Statuskontrolle:**

* Die aktuelle Bodenfeuchte, Temperatur, Helligkeit und den Tankfüllstand können Sie über die angeschlossene Benutzeroberfläche in Node-Red jederzeit ablesen.
* Bei Problemen mit dem WLAN oder MQTT informiert das System im Konsolenausdruck.

**5. Wartung & Tipps**

* Sensor-Kalibrierung: Die Referenzwerte für „trocken“ und „nass“ sollten einmalig für Ihre Pflanze ermittelt und im Code angepasst werden.
* Wassertank: Halten Sie den Tank stets gefüllt, damit das System zuverlässig arbeiten kann.

**6. Störungen & Fehlersuche**

* Meldet das System „WLAN-Verbindung fehlgeschlagen!“ prüfen Sie Zugangsdaten und Router.
* Reagiert die Pumpe nicht:
  + Prüfen Sie Relais, Verkabelung und Wasserstand.
* Falsche Sensordaten:
  + Sensoren auf korrekten Sitz und Verschmutzung prüfen.

**Zusammenfassung**

Das BloomBuddy-System arbeitet weitgehend autark mit automatischer Steuerung und Übertragung aller relevanten Daten. Eingriffe Ihrerseits beschränken sich auf das Nachfüllen des Tanks, gelegentliche Kalibrierungen und Kontrolle der Sensorfunktion – den Rest erledigt die Anlage selbstständig. Zusätzlich können Sie die Pumpe jederzeit manuell über das Node-Red Dashboard steuern. Die manuelle Steuerung hat dabei Vorrang vor dem Automatikbetrieb: Ist der Schalter im Dashboard auf „ON“ gestellt, läuft die Pumpe dauerhaft und der Automatikmodus ist deaktiviert – dies kann beispielsweise zum Spülen des Schlauchs genutzt werden. Erst wenn der Schalter wieder auf „OFF“ steht, übernimmt das System wieder automatisch die Bewässerung entsprechend der gemessenen Bodenfeuchtigkeit.