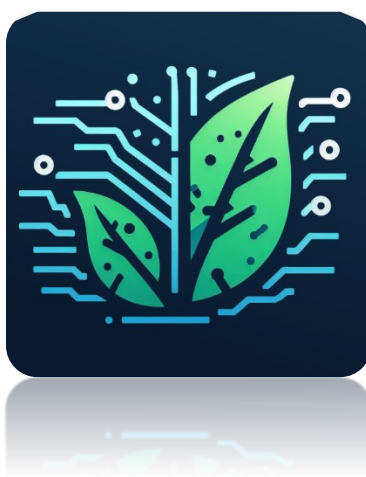
 <p>LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse</p>		DT Technicien en informatique Projet intégré final
Formation:	DT-Informatique	REPIF Projekt - Beschreibung
Module:	REPIF1, REPIF2, PROFI	
Schuljahr	2024/2025	



Plantimeter

P: Projekt – Beschreibung

Inhaltsverzeichnis

1	THEMA	3
2	ALLGEMEINE PROJEKTBECHREIBUNG	4
2.1	HUB	4
2.2	NODE	4
2.3	WEBSEITE	5
2.4	FIRMEN SERVER	5
3	PROJEKTAUFTRAG – WERKSTATT	7
3.1	A1 ERSTE SCHRITTE	7
3.2	A2 BEWÄSSERUNG	7
3.3	A3 BODENFEUCHTE	8
3.4	A4 TEMPERATUR UND LUFTFEUCHTE	8
3.5	A5 BELEUCHTUNG	8
3.6	A6 HELLIGKEIT	8
3.7	A7 NODE	9
3.8	A8 PFLANZEN	9
4	PROJEKTAUFTRAG – LABOR	10
4.1	L1 RASPBERRY PI	10
4.2	L2 DATENBANK	11
4.3	L3 TOUCH INTERFACE	12
4.4	L4 WEBSEITE	13
4.4.1	BENUTZER LOGIN	13
4.4.2	ADMIN BENUTZER	13
4.4.3	ADMINISTRATOR BEREICH	13
4.4.4	BENUTZER BEREICH	13
4.4.5	LOG-BACKEND	14
4.4.6	AUTOMATISATION	14
4.4.7	DESIGN	14
A.	FARBPALETTE	15
B.	SCHRIFTARTEN.	15
C.	MARKEN UND SLOGANS	15
4.5	L5 NETZWERK	16
4.5.1	FIRMENNETZWERK VON „PLANTS IN FOCUS“ (MUST)	17
4.5.2	HEIMNETZWERK DER KUNDEN (SHOULD)	18
4.5.3	ISP-NETZWERK (SHOULD/COULD)	19
4.6	L6 SERVER	21
4.6.1	LOKALER SERVER	21
4.6.2	BACKUP SERVER (SHOULD)	21
4.7	L7 NODE	22
4.7.1	SOFTWARE-BIBLIOTHEKEN	23
4.7.2	FIRMWARE-FUNKTIONSWEISE	23
4.7.3	FIRMWARE-KONFIGURATION	24

1 Thema

Die Firma PLANTS IN FOCUS S.A. stellt ihr neuestes Produkt vor – *Plantimeter*. Es handelt sich hierbei um eine umfassende Plattform zur automatisierten Pflege von Haus- und Gartenpflanzen. Jede Pflanze hat andere Ansprüche. Das *Plantimeter*-System stellt sicher, dass es Ihren Pflanzen an nichts fehlt. Konkret werden die Parameter des Bodens, der Luft und die Lichtverhältnisse gemessen. Bei Bedarf bewässert das System die Pflanze und spendet Licht. *Plantimeter* ist ideal für den Einsatz im Gewächshaus oder im Haus. Das System kann vom Käufer selbst installiert werden. Das System erfordert ein Wifi Netzwerk, um die Kommunikation zwischen den Komponenten des Systems zu ermöglichen.

Da du der lokale Informatiker bist, wendet sich die Firma vertrauensvoll an dich. Sie bittet dich das geplante Produkt *Plantimeter* nach ihren Vorstellungen umzusetzen.

2 Allgemeine Projektbeschreibung

Das System umfasst eine Basis-Station, auch *Hub* genannt, welche am Standort an einem zentralen Ort montiert ist. Vorzugsweise an einer Wand. Der Hub wird durch Pflanzen-Stationen unterstützt, die als Nodes bezeichnet und direkt bei den jeweiligen Pflanzen montiert werden.

2.1 Hub

Die Basis-Station bietet ein Interaktives Touch-Interface, welches die wichtigsten Daten der Pflanzen in unserem System anschaulich darstellt. Hier können die aktuellen Messwerte der Pflanzen erfasst werden und die Nodes angesteuert werden. Das Umfeld ist speziell für kleine Displays konzipiert und kann ebenfalls am Smartphone aufgerufen werden.

Der Hub speichert und analysiert die Messdaten der Nodes und entscheidet, ob eine Pflanze bewässert werden muss oder das Wachstumslicht eingeschaltet werden soll. Der Benutzer kann hier ebenfalls die Pflanzen-Stationen direkt kontrollieren. Man kann zum Beispiel die Bewässerung einer Pflanze anfordern.



Abbildung 1 - Hub Beispiel

2.2 Node

Die Nodes sind mit verschiedensten Sensoren und Steuerelementen ausgestattet. Diese ermöglichen uns Daten über das Umfeld der Pflanzen zu ermitteln. Es wird zum Beispiel die Feuchtigkeit des Bodens gemessen, um zu bestimmen, ob die Pflanze genug Wasser zur Verfügung hat. Diese Daten senden die Nodes in regelmäßigen Abständen an ihren Hub. Die Nodes führen auf Kommando gewünschte Aktionen wie zum Beispiel das Bewässern der Pflanze aus.



Abbildung 2 – Node, beispielhaft ohne Anschlüsse für Wasser und Licht.

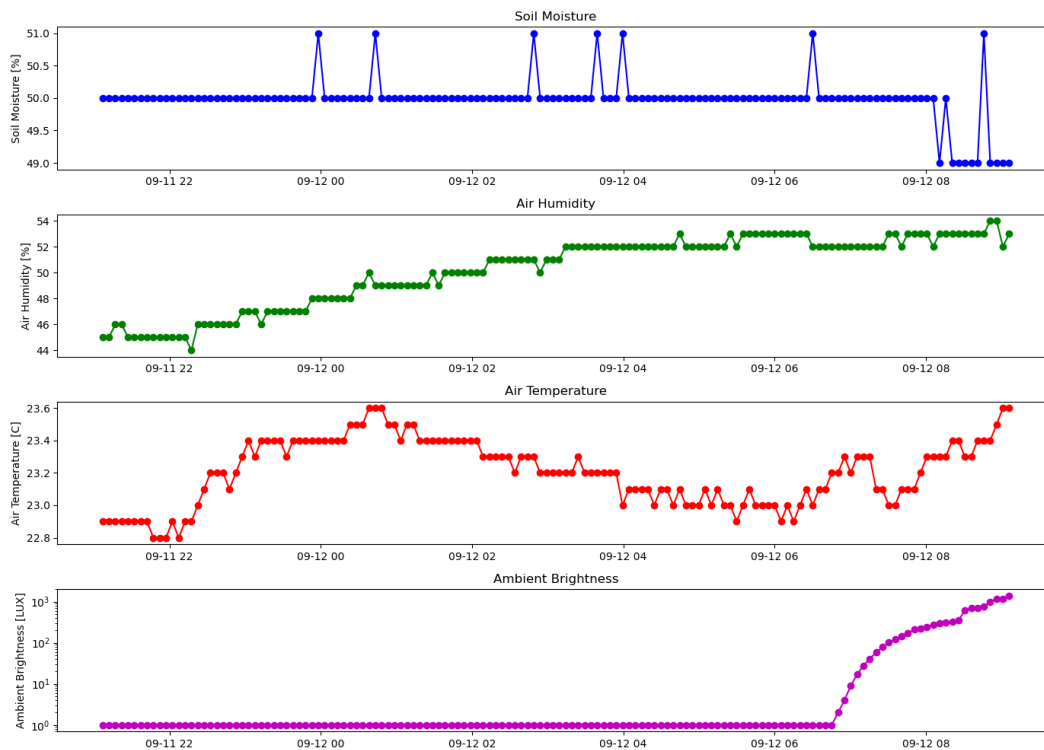


Abbildung 3 – Beispiel, Messdaten einer Node

2.3 Webseite

Die Webseite ist das Pendant zum Touch-Interface des Hubs. Hier kann der Benutzer das System konfigurieren. Hier kann man ebenfalls die Messdaten der Pflanzen gezielter einsehen, filtern und analysieren. Ein weiteres Feature ist das Einsehen der Logs der Nodes auf Fehler und Ereignisse.

2.4 Firmen Server

Der Firmenserver steht zum Sichern der Kundendaten zur Verfügung, falls der Speicher des Hubs ausfallen sollte. Hier werden in regelmäßigen Zeitabschnitten Kundendaten hochgeladen.

Kalender Woche	von	bis	Labor	Werkstatt	Präsentationen	
45	04/11/24	10/11/24	L1 Raspberry Pi	A1 Erste Schritte		
46	11/11/24	17/11/24				
47	18/11/24	24/11/24	L2 Datenbank	A2 Bewässerung		
48	25/11/24	01/12/24				
49	02/12/24	08/12/24	L3 Touch Interface Zu Planen	A3 Bodenmessung		
50	09/12/24	15/12/24				
51	16/12/24	22/12/24	L4 Webseite	A4 Luftmessung		
Weihnachtsferien						
02	06/01/25	12/01/25	L4 Webseite	A4 Luftmessung	REPIF1*	
03	13/01/25	19/01/25		A5 Lichtmessung		
04	20/01/25	26/01/25		A6 Node		
05	27/01/25	02/02/25				
06	03/02/25	09/02/25				
Karnevalsferien						
09	24/02/25	02/03/25	L5 Netzwerk	A6 Node		
10	03/03/25	09/03/25	L6 Server			
11	10/03/25	16/03/25		A7 Beleuchtung		
12	17/03/25	23/03/25		Zu Planen		
13	24/03/25	30/03/25		L7 Node		
14	31/03/25	06/04/25	Zu Planen			
Osterferien						
17	21/04/25	27/04/25	LX Verbesserungen	AX Verbesserungen	REPIF2*	
28	28/04/25	04/05/25				
19	05/05/25	11/05/25				
20	12/05/25	18/05/25				
21	19/05/25	25/05/25				
Pfingstferien						
23	02/06/25				Projekt*	

* Diese Angabe dient nur zur zeitlichen Orientierung und ist nicht endgültig festgelegt. Der Lehrer wird die genauen Termine festlegen und der Klasse mitteilen.

3 Projektauftrag – Werkstatt

Bei jedem neuen Sprint erhält der Teilnehmer jeweils die erforderlichen Komponenten. Die einmaligen, ausgeteilten Komponenten unterliegen der Verantwortung des Teilnehmers. Diese werden während des Projektes zur Verfügung gestellt und am Ende des Projektes, vollständig, dem Projektleiter zurückgegeben.

Zur Realisation von Projekten wie dem PIF wurde eigens der DIGILAB, auf der Klasse 3TPIF, gefertigt. Die Benutzung dieses, bietet einen erheblichen Vorteil bei der Umsetzung der einzelnen Sprints. Er sollte unbedingt in diesem Projekt zum Einsatz kommen.

3.1 A1 Erste Schritte

Die Sprints der Werkstatt sind logisch und in ihrem Schwierigkeitsgrad aufsteigend, aufgebaut. Schritt für Schritt (Sprint für Sprint), wird ein weiteres Bauteil hinzugefügt, um den Aufbau und die Funktionsweise des Nodes besser zu verstehen.

Der Node kommuniziert per WLAN mit dem Hub, liest und führt die Befehle mit Hilfe des Wemos D1 mini Esp8266 aus. Demnach ist der Wemos D1 das Herzstück eines jeden Nodes und muss jeweils seiner Funktion neu programmiert werden.

Die Programmation erfolgt in der Arduino IDE, die wir hierfür benötigen. Eine genaue Anleitung mit den jeweiligen Einstellungen in der IDE wird in einem Video beschrieben.

Eine erfolgreiche Programmation des Wemos soll mit Hilfe des enthaltenen Programmierbeispiel, Blink Led, bewiesen werden. Ein kleines Video, in der Dokumentation verlinkt, reicht aus. Die relevanten Einstellungen und die Vorgehensweise sind ebenfalls in der Dokumentation zu beschreiben.

Der erste Sprint mag etwas einfach erscheinen, dennoch ist es wichtig alle Schritte selbst auszuführen. Die erfolgreiche Programmation des Wemos, während des ganzen Projektes, ist entscheidend für den Erfolg.

3.2 A2 Bewässerung

Die Wasserpumpe zur Bewässerung der Pflanze wird als erstes in diesem Projekt angesteuert. Ein einzelner Ausgang des Wemos wird angesteuert, um die Wasserpumpe zu aktivieren.

Die Wasserpumpe benötigt eine 5V Spannung und der Wemos liefert nur 3,3V. Deswegen wird ein Transistortreiberbaustein (ULN2803) eingesetzt, um die erforderliche Spannungsanpassung zu gewährleisten.

Dieser Teil wird mit Hilfe des Digilabs angeschlossen. Die wichtigsten Bauteile sind bereits an diesem vorhanden und sollten einen schnellen Aufbau mit Hilfe von ein paar Schaltdrähten ermöglichen.

Falls kein Digilab vorhanden ist, ist es immer möglich die gesamte Schaltung auf einem Steckbrett aufzubauen. Eventuell zusätzliche Bauteile oder Spannungsquellen werden dir vom Werkstatteleiter zur Verfügung gestellt. Eine präzise Angabe dieser Zusatzbauteile ist erforderlich.

Die restlichen Angaben befinden sich in der Beschreibung des entsprechenden Sprints. Den zugehörigen Sketch befindet sich im Verzeichnis der Programme. Eine Beschreibung zur Vorgehensweise und ein Beweis der Funktionsweise ist erforderlich.

3.3 A3 Bodenfeuchte

Die Schaltung um den Wemos wird erweitert durch den Sensor für die Bodenfeuchte. Auch der Sensor wird zusätzlich am Digilab verbunden, das entsprechende Programm wird übertragen und ein Funktionstest wird durchgeführt.

Eine Erweiterungsmöglichkeit wäre beispielweise eine Status-LED die über den Feuchtigkeitsgrad des Bodens informiert. Zu trocken, zu feucht, optimal – z.B. rot, gelb, grün.

3.4 A4 Temperatur und Luftfeuchte

Der Temperatur und Feuchtigkeitssensor wertet die Luftumgebung aus. Dieser wird identisch wie die Bodenfeuchte an den Wemos angeschlossen, programmiert und auf seine korrekte Funktionsweise überprüft.

Ein bisschen Kreativität zur Messauswertung wäre ein möglicher Zusatz.

3.5 A5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Pflanze erfordert eine genaue sowie eine vorausschauende Planung der einzelnen Arbeitsschritte. Wichtig, die verfügbare Zeit im Sprint ist für die Fertigung der Leuchte und nicht für die Planung.

Da die Halterung der Beleuchtung eigens entworfen werden muss, ist ein erster Skizzenplan unverzichtbar. Ohne Diesen dem Werkstattelehrer vorzuzeigen, wird die Bestellung des Bleches nicht aufgenommen. Die Bestellung kann auch per Teams-Chat oder Mail erfolgen, eine Bearbeitungszeit von min. 2 Tagen ist einzurechnen.

Das gleiche gilt für den Erhalt des Vorwiderstandes der Led-Leuchte. Ein schriftlicher Beweis bzw. eine Berechnung des Widerstandes muss dem Werkstattelehrer vorgelegt werden.

3.6 A6 Helligkeit

Der Helligkeitssensor wertet die Umgebungshelligkeit aus und schaltet, wenn erforderlich, die Led-Beleuchtung ein.

Die Schaltung am Digilab wird auch um Diesen erweitert, programmiert und auf Funktion geprüft.

Im späteren Betrieb des Node mit der Pflanze, darf die Led-Beleuchtung nicht direkt auf den Helligkeitssensor leuchten. Das Ein- oder Ausschalten würde sich dann in einer Endlosschleife befinden und dieses dann verhindern.

3.7 A7 Node

Alle einzelnen Sensoren und Aktoren sind nun in ihrer Funktion getestet und können zu einem Gerät zusammengebaut werden. Alle erforderlichen Bauteile sind an der Node-Platine zu befestigen.

Die Lötstellen an der Platine sind fachgerecht auszuführen, um eine korrekte Funktion der Platine zu gewährleisten. Die Reihenfolge, die Vorgehensweise und die Bauteile sind während der Fertigung anhand von beschreibenden Bildern zu dokumentieren.

Nach erfolgreicher Fertigung wird das Node in Betrieb genommen und die Funktionsweise dokumentiert.

3.8 A8 Pflanzen

Die Kommunikation zwischen Node und Hub wird überprüft und vielleicht mehrere Tests durchgeführt.

Eine eigene Pflanze darf auch nun in den Topf gepflanzt werden, die Led-Beleuchtung sollte angebracht sein. Ein Bewässerungstank, nach eigener Idee, wäre ein möglicher Zusatz.

Es besteht noch den Anschluss der Status Led. Diese ist im Arduino-Sketch, entsprechend ihrer Funktion, zu programmieren. Die belegten Ausgänge sind im Schaltplan des Node ersichtlich. Mit entsprechender Dokumentation wird dieser Zusatz als Hardware-Erweiterung im Projekt gewertet.

4 Projektauftrag – Labor

Der Raspberry Pi, das Display und die Samsung T5-SSD sowie die dazugehörigen Komponenten sind dem Schüler lediglich geliehen und müssen im Falle von Verlust oder Schaden vom Schüler ersetzt werden.

4.1 L1 Raspberry Pi

Der Hub besteht aus einem Raspberry Pi, welcher mit einem Touch-Display verbunden ist. Der Hub wird von dem offiziellen Netzteil mit Strom versorgt. Alle Programme und Daten sind auf einer Micro-SD Karte gespeichert. Der Raspberry Pi der 4ten Generation verfügt über 2 GB Arbeitsspeicher.

Auf dem Hub ist das Betriebssystem „[FullpageOS](#)“ (welches auf RaspberryPi OS basiert) installiert. Dies kann direkt aus dem RaspberryPi Imager in der „nightly“ Version bezogen werden. Die Dokumentation(#Features) auf Github gibt Einsicht in die Konfigurationsmöglichkeiten des Systems.

Auf dem Hub soll nach dem Starten automatisch, in einem maximierten Webbrowserfenster, die mobile Version der Applikation angezeigt werden. In einem ersten Schritt soll lediglich die mitgelieferte Webseite angezeigt werden. Als Webserver ist bereits Lighttpd mit php vorinstalliert und ist zum Bereitstellen der mitgelieferten Startwebseite in diesem Sprint zu benutzen.



Abbildung 4 - Raspberry Pi mit Touchscreen (Bild: Waveshare Wiki)

4.2 L2 Datenbank

Die Datenbank ist neben der Webseite das Herzstück des Projektes. Hier kommt alles zusammen. Die Datenbank kann zu Testzwecken lokal aufgesetzt werden zum Beispiel mit Xampp oder Uniserver. Dein SQL-Skript muss fehlerfrei auf einem MySQL basierten Datenbankserver ausgeführt werden können.

Die Datenbank speichert Daten zu folgenden Einheiten:

Einheiten	Erklärung
Benutzer	Ein Benutzer (eng. Operator) ist eine Person, die sich im System einloggen kann. Der Login auf der Webseite erfolgt per E-Mail in Kombination mit einem Passwort . Ein Benutzer hat ebenfalls einen Vornamen & Nachnamen .
Nodes	Eine Node ist für maximal eine Pflanzenart zuständig. Jede Node kann einen Namen haben. Falls eine Node bepflanzt ist enthält sie das Datum , an dem die der Pflanzenart zugewiesen wurde. Jede Node hat einen Eigentümer . Der Standard-Eigentümer einer Node ist der Benutzer „admin@ecample.com“ (id=1). Zur eindeutigen Identifizierung verfügt jede Node über eine MAC-Adresse .
Pflanzenarten	Eine Pflanzenart (eng. Variety) ist durch ihren Gemeinen Namen definiert. Ein Botanischer Name kann ebenfalls angegeben werden. Um Pflanzen optimal mit Licht und Wasser zu versorgen, speichern wir pro Pflanzenart die optimalen Schwellenwerte für Helligkeit und Bodenfeuchtigkeit . Richtwerte für Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit können ebenfalls gespeichert werden.
Messungen	Eine Messung enthält verschiedene Sensordaten, die folgende Werte erfassen: <ul style="list-style-type: none"> • Bodenfeuchtigkeit (zeigt die Feuchtigkeit im Boden an) • Lufttemperatur (erfasst die Temperatur der Umgebung) • Luftfeuchtigkeit (misst den Wasserdampfgehalt in der Luft) • Helligkeit (Lumen) (gibt die Lichtintensität an) • Zustand des Lichtes (zeigt in Prozent an, wie stark das Wachstumslicht der Node eingestellt ist) Zusätzlich wird der Zeitstempel erfasst, der den genauen Zeitpunkt der Messung angibt, sowie die Node-Zugehörigkeit , die anzeigt, von welcher Node die Daten stammen. Falls ein Messwert nicht gelesen werden kann oder außerhalb eines sinnvollen Bereichs liegt, wird er als NULL gespeichert.
Aufgaben	Das System & die Benutzer geben Aufgaben auf, welche die Nodes zu erledigen haben. Eine Aufgabe entspricht entweder Beleuchten oder Bewässern . Als Mengenangabe können Werte zwischen 0-500 angegeben werden. Jede Aufgabe hat ein Fälligkeitsdatum und Zeit welches standardmäßig „jetzt“ ist. Neue Aufgaben sind standardmäßig immer „nicht erledigt“ . Eine Aufgabe wird, sobald sie abgeschlossen ist, als erledigt markiert.

4.3 L3 Touch Interface

Das Touch Interface ist eine Webseite, welche ausschließlich vom eingebauten Display des Hubs aufgerufen werden soll. Diese Webseite ist auf dem Hub frei zugänglich. Es wird kein Login benötigt. Hier sind alle Nodes und ihre letzten Messwerte einsehbar. Der Nutzer kann hier auch sehen, ob eine Node „online“ ist. Eine Node ist online, falls sie innerhalb der **letzten 10 Minuten** Messwerte in die Datenbank geschrieben hat. Die Anzeige der Messwerte soll den aktuellen Zustand der Node widerspiegeln.

Es ist jedoch als Erweiterung auch interessant dem Benutzer eine erweiterte Ansicht anzubieten, wo er den Verlauf einer Messwertreihe in Form eines Diagramms einsehen kann. Da Messwerte jede Minute von den Nodes gesendet werden, soll das Interface sich zeitnah aktualisieren.

Der Benutzer kann per Knopfdruck die Aufgaben zum Bewässern oder Beleuchten an eine Node aufgeben. Die Menge an Wasser, welche der Pflanze zugeführt werden, ist in Milliliter angegeben. Die Helligkeit des Wachstumslichts wird in Prozent angegeben. Das Licht ist bei 0% aus und bei 100% auf maximaler Helligkeitsstufe. **Beide Aufgaben werden lediglich als Eintrag in der Datenbank abgelegt.** Die Nodes lesen später ihre Aufgaben direkt aus der Datenbank.

Im Touch Interface können keine Benutzer oder Pflanzen erstellt oder bearbeitet werden. Für die Umsetzung des Touch-Interface muss die **Datenbank-Musterlösung stark benutzt werden.**

4.4 L4 Webseite

Die Webseite dient zur Administration des Systems. Sie bietet ein umfangreiches, voll ausgestattetes Panel zur Bewältigung administrativer Aufgaben. Dieser Bereich soll von einem Computer aus aufgerufen werden (1080p Display). Für die Umsetzung der Webseite muss die **Datenbank-Musterlösung stark benutzt werden**.

4.4.1 Benutzer Login

Die Funktionen der Webseite sind nur für eingeloggte Benutzer zugänglich. Jegliche Versuche Webseiten ohne Login zu erreichen, führen zu der Login-Seite. Man kann sich nicht registrieren. Nur der Administrator kann Benutzer erstellen.

4.4.2 Admin Benutzer

Es gibt auf der Webseite einen einzigen Administrator-Benutzer welcher statisch ist:

- Er hat die E-Mail-Adresse "admin@example.lu" und die id 1 in der Datenbank.
- Initial ist das Passwort auf „admin“ gesetzt
- Dieser Benutzer kann nicht gelöscht werden.

4.4.3 Administrator Bereich

Folgende Funktionen werden nur für den Admin-Benutzer unterstützt:

- Das eigene Passwort ändern
- Benutzer hinzufügen und löschen und Passwörter neu setzen
- Nodes an Benutzer vergeben
- Nodes löschen

Tipp: Nodes werden nicht manuell erstellt, sondern integrieren sich automatisch in das System. Nodes haben hierzu direkten Datenbankzugriff.

- Pflanzenarten löschen

4.4.4 Benutzer Bereich

Folgende Funktionen werden für reguläre Benutzer unterstützt:

- Das eigene Passwort ändern.
- Pflanzenarten hinzufügen und die Schwellenwerte für **Helligkeit** und **Bodenfeuchtigkeit** sowie der Richtwerte für **Lufttemperatur** und **Luftfeuchtigkeit** anpassen.
- Ihren Nodes jeweils eine Pflanzenart zuweisen. Das Datum der Zuweisung muss zum Zeitpunkt der Zuweisung gesetzt werden.
- Den Status & die Messwerte seiner Nodes über einen bestimmten Zeitraum als Diagramm anzeigen. Empfohlen ist ChartJS.
- Aufgaben zum Bewässern oder Beleuchten einer Node zu einem bestimmten Zeitpunkt registrieren.

Ein Normaler Benutzer sieht nach dem Einloggen seine Nodes und deren Status. Er kann in einer erweiterten Seite die rezenten Messwerte einer Node anzeigen lassen. Auf dieser Seite kann er auch das Bewässern der Pflanze anfordern oder die Helligkeit des Wachstumslichts anpassen. Diese Aufgaben werden lediglich in der Datenbank abgelegt und später abgearbeitet.

4.4.5 Log-Backend

Nodes funktionieren weitestgehend autonom und kommunizieren direkt mit der Datenbank. Um nachvollziehen zu können, ob eine Node korrekt funktioniert oder es Probleme gibt schicken die Nodes in regelmäßigen Intervallen Logs an den Hub. Der Hub speichert diese empfangenen Log Einträge jeweils in eine Datei pro Node. Diese Datei ist durch die MAC-Adresse der Node identifiziert.

Beispiel-Name einer Log-Datei: „Node-40:91:51:4E:E7:C7.log“

Beispiel eines **HTTP POST-Request** an das Backend-Skript „/log/writeLog.php“:

```
Payload:      mac="40:91:51:4E:E7:C7"

              log= "[setup] info: WIFI Connected. \n [task] warning: Pump volume out
                  of bounds \n"
```

Die Zeilen des Feldes „log“ sind an die jeweilige Datei anzuhängen. Jede Zeile fängt mit dem Zeitstempel an, wann diese Mitteilung empfangen wurde.

Hier ein Beispiel wie eine Solche Log Datei aussehen soll:

```
[2024-10-08 14:30:45] [setup] Info:      WIFI Connected.
[2024-10-08 14:30:45] [setup] Error:    Could not get Sensor ID
[2024-10-08 15:00:12] [setup] Info:      Sensor initialized
[2024-10-08 15:00:12] [task] Warning: Pump volume out of bounds
[2024-10-09 08:45:23] [sensor] Error:   DHT22 disconnected unexpectedly
[2024-10-09 09:15:50] [info]  Info:      DHT22 reconnected.
```

4.4.6 Automatisierung

Damit die Pflanzen, immer genug Wasser und Licht haben kombiniert diese Funktion die gemessenen Sensordaten mit der Möglichkeit Aufgaben zu registrieren. Wenn die Bodenfeuchtigkeit einer Node unter den Schwellenwert für die zugeordnete Pflanzenart fällt, werden 100ml Wasser gepumpt. Die gleiche Logik können wir für die Lichtverhältnisse anwenden. Ist der Wert des Lichtsensors zu niedrig wird das Wachstumslicht auf 100% gesetzt. Hier soll auch die Tageszeit berücksichtigt werden damit diese Aktion nur Tagsüber ausgeführt wird. Dies unterstützt den natürlichen Rhythmus der Pflanzenart.

Ein Php-Skript welches automate.php heißt liest pro Node den letzten Messwert für Bodenfeuchtigkeit und Helligkeit aus der Datenbank und gleicht diese mit den Schwellenwerten in der Datenbank ab. Falls nötig wird die benötigte Aufgabe aufgegeben. **Dieses Skript soll per Cronjob alle 10 Minuten ausgeführt werden.**

4.4.7 Design

Das Design-Team der Firma stellt das Logo und die Farb-palette zur Verfügung, welche für die Umsetzung der Webseite genutzt werden soll. Eine Schriftart ist ebenfalls vordefiniert.

a. Farbpalette

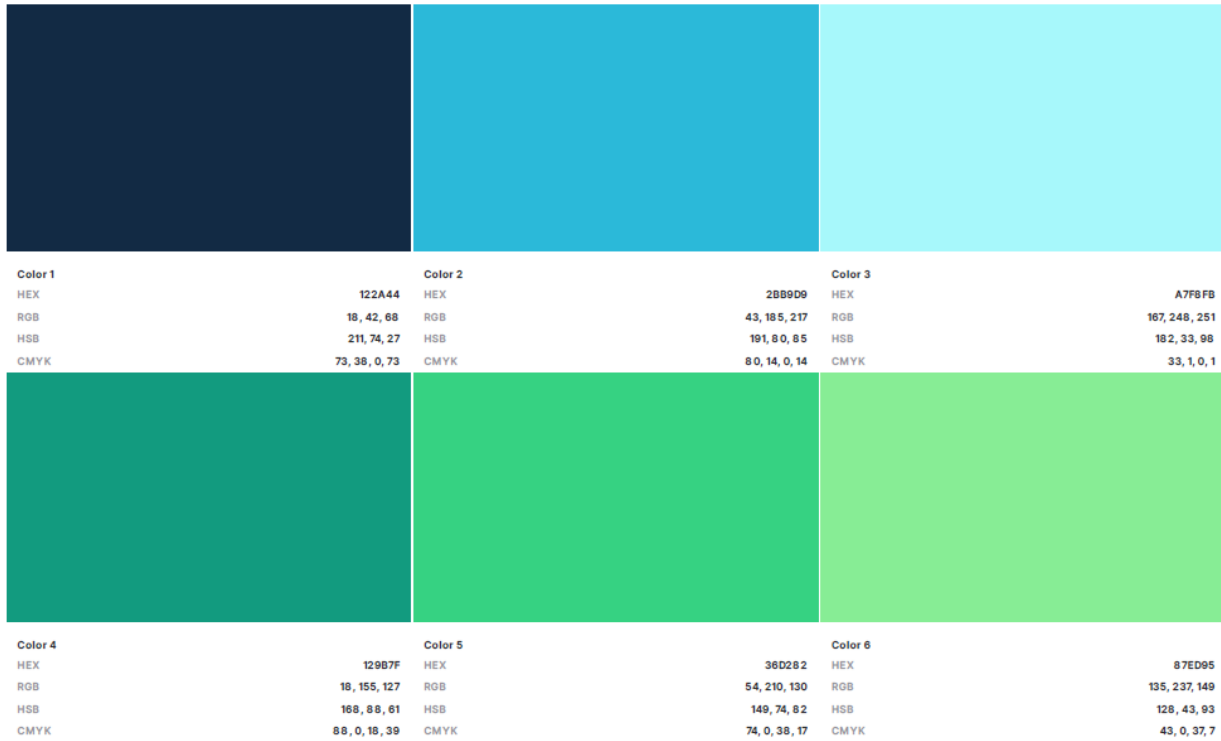


Abbildung 5 – Farb-Palette

b. Schriftarten.

Die Schriftart „White Rabbit“ soll für das Design der Webseite benutzt werden.

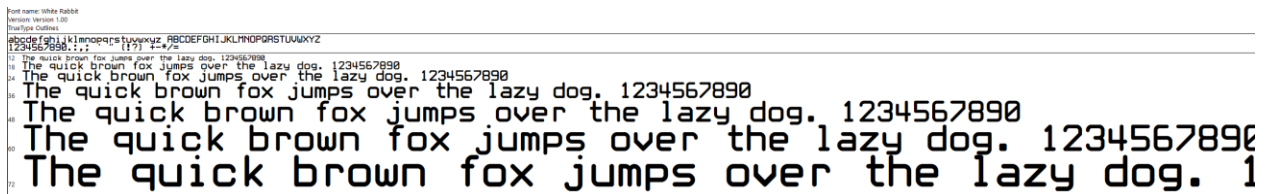


Abbildung 6- Font White Rabbit

c. Marken und Slogans

Die Firma heißt: PLANTS IN FOCUS S.A. (PIF)

Die Marke heißt: Plantimeter (PM)

Das Slogan lautet: "Gardening made easy"



Abbildung 7 - Logo Plantimeter

4.5 L5 Netzwerk

Um sicher zu stellen, dass das System auch später in der Firma sowie beim Kunden gut funktioniert, wird das Netzwerk in Packet Tracer simuliert. Dies ab der Software-Version 8.2. Es werden 3 Bereiche simuliert:

1. Firmennetzwerk
2. Heimnetzwerk
3. ISP-Netzwerk mit DNS-Server

4.5.1 Firmennetzwerk von „Plants in Focus“ (must)

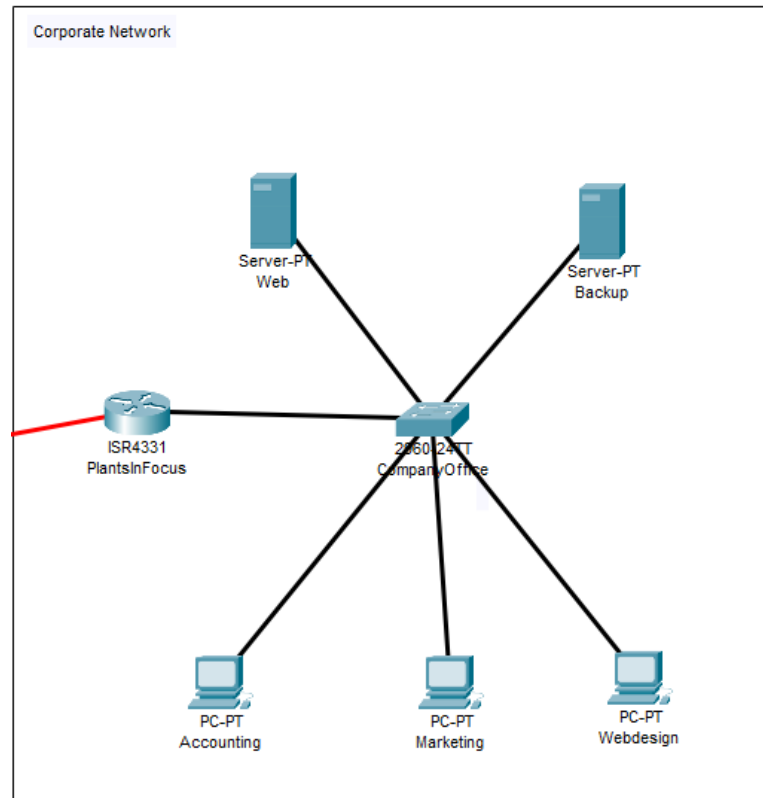


Abbildung 8 - Firmennetzwerk

Die Büros der Firma sind mit 3 PCs, 1 Webserver und 1 Backupserver ausgestattet. Die Server und PCs sind in verschiedenen VLANs. Die IP-Adressen der Server sind statisch. Die PCs erhalten ihre IP-Konfiguration über DHCP. Ein DHCP-Server soll entweder auf dem Router oder auf einem der existierenden Server (IP-Helper-Adresse) oder auf einem dedizierten Server laufen (in diesem letzten Fall muss ein Server hinzugefügt werden)

Folgende IP-Adressen sind zu verteilen:

PC1 - Accounting	DHCP [192.168.20.10 – 192.168.20.100]
PC2 - Marketing	DHCP [192.168.20.10 – 192.168.20.100]
PC3 - Webdesign	DHCP [192.168.20.10 – 192.168.20.100]
HTTP Webserver	192.168.10.12
FTP Backupserver	192.168.10.11

Der Edge Router muss mit PAT-Funktionen konfiguriert werden. Er leitet folgende Ports weiter:

Outside	Inside
80	Web-Server:80
21	Backup-Server:21

Das Netzwerk ist in die folgenden VLANs unterteilt:

VLAN	Name	IP-Adressbereich	Router-Interface
10	Servers	192.168.10.0/24	192.168.10.1
20	Office	192.168.20.0/24	192.168.20.1

ACLs:

- Die Port-weiterleitungen von Port 80 und 21 sind von allen öffentlichen IP-Adressen aus erreichbar.

Server Dienste:

- Der Webserver muss eine Webseite auf dem Port 80 über http hosten.
- Der Backupserver muss einen FTP-Server auf dem Port 21 hosten.

Beide Dienste sollen getestet werden.

4.5.2 Heimnetzwerk der Kunden (should)

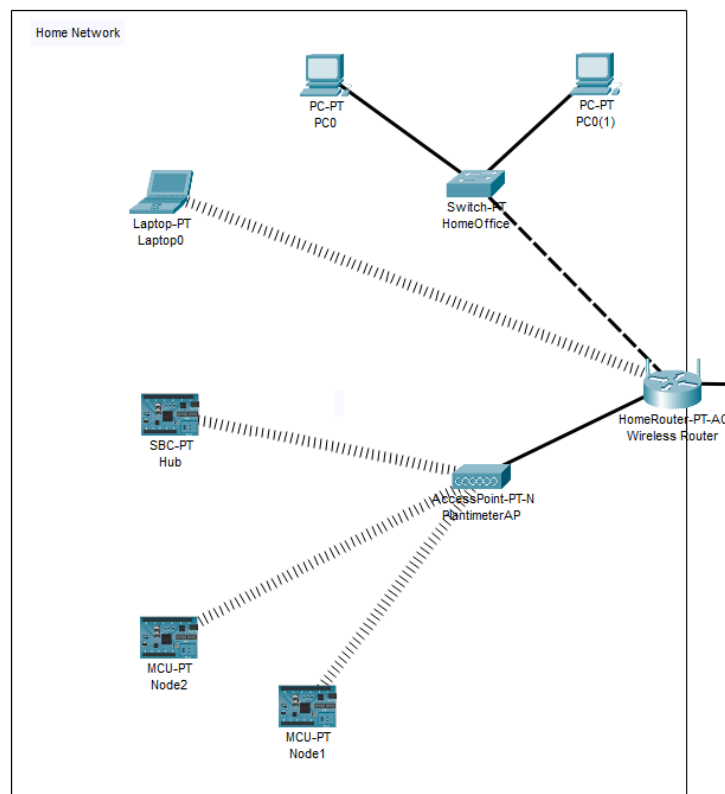


Abbildung 9 - Heimnetzwerk

Das Heimnetzwerk entspricht einem typischen Netzwerk wie man es bei einem Kunden vorfinden könnte. Es ist wie auf dem Schma dargestellt, aufzubauen.

Der Hub sowie die Nodes sind über ihr eigenes WLAN-Netzwerk mit dem Heim Netzwerk verbunden. Dieses strahlt im 2.4GHz Bereich aus. Es gibt einen separaten Access Point mit eigener SSID für alle Geräte des Systems Plantimeter.

Der DHCP ist auf dem Router wie folgt zu konfigurieren:

- Netzwerk Adresse 192.168.0.0/24
- DHCP-Pool mit Kapazität für 50 Endgeräte

Der Hub (Raspberry Pi) hat folgende statische IP-Adresse: 192.168.0.10

Die Nodes und andere Rechner erhalten ihre IP-Adressen vom DHCP des Routers.

4.5.3 ISP-Netzwerk (should/could)

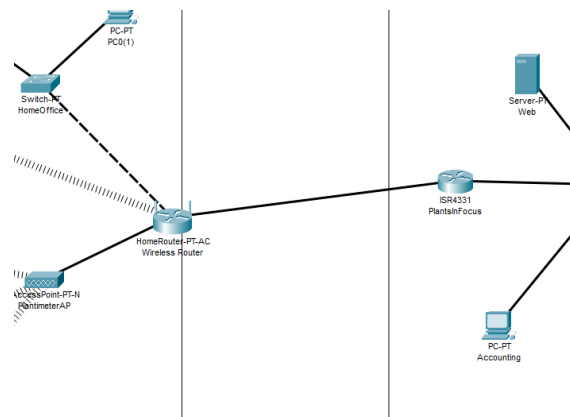


Abbildung 10 - einfache Umsetzung ohne DNS (should)

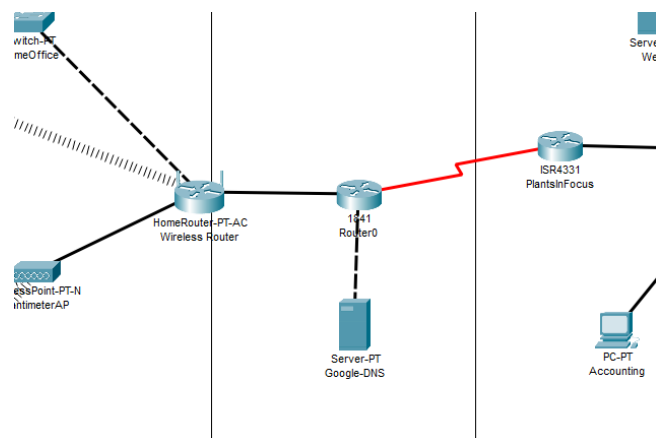


Abbildung 11 - Umsetzung mit DNSServer (could)

Das ISP-Netzwerk/Internet verbindet das Heimnetz mit dem Firmennetzwerk. Hier soll eine simple Verbindung hergestellt werden und sichergestellt werden, dass die Node auf den Backup-Server Zugriff hat und alle Rechner im Heimnetzwerk Zugriff auf den Webserver Zugriff haben.

Der DNS-Server hat die IP-Adresse 8.8.8.8 er hat folgende Einträge:

Art	Name	Adresse
A-Record	pif.com	1.0.0.1
CNAME	www.pif.com	pif.com

Du kannst für die ISP-Router ein statisches Routing nutzen.

Das folgende Diagramm zeigt den allgemeinen Aufbau:

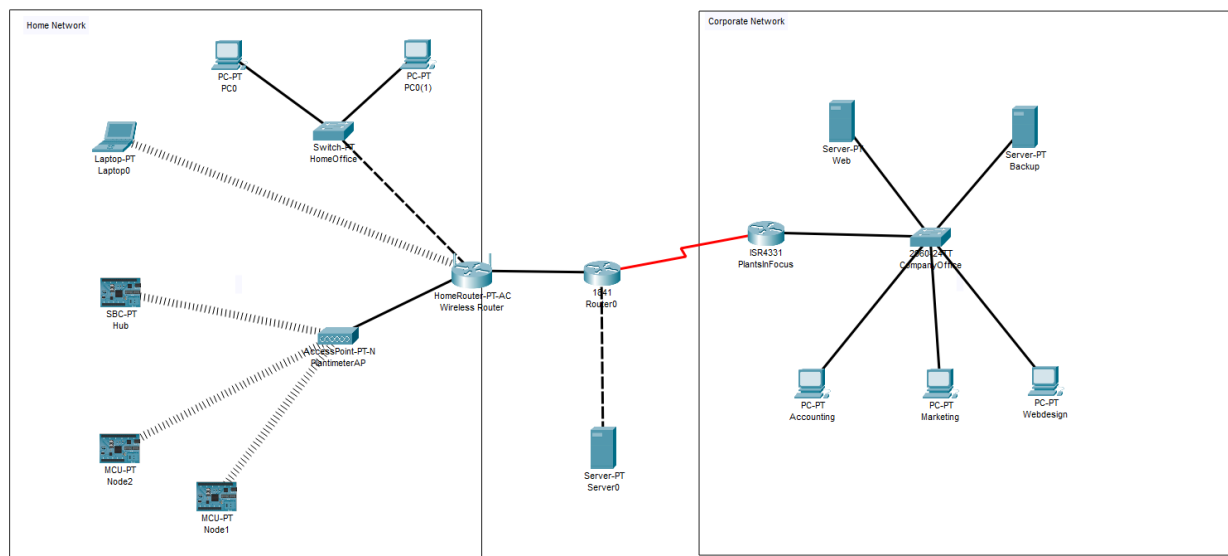


Abbildung 11 – Gesamtübersicht

4.6 L6 Server

4.6.1 Lokaler Server

Der lokale Server, welcher auf dem Hub läuft, stellt Web-, Datenbank- und Wartungsdienste zur Verfügung.

4.6.1.1 Software

Die Softwarepakete Apache2, MariaDB und PHP8.2+ zum Hosten eines Webservers mit Datenbank sind notwendig. Um Dateiübertragungen über das Netzwerk durchführen zu können wird rsync oder scp genutzt.

Die Wartung des Servers wird über SSH/SFTP von unserem Personal getätigt. Bevorzugt wird hier die Authentifizierung per Private-Schlüssel. Die Wartung der Datenbank soll über Phpmysqladmin getätigt werden.

4.6.1.2 Hosting

Der Webserver hostet die Administrationswebseite, welche über HTTPS erreichbar ist, das Log-Backend für die Nodes, welches über HTTP erreichbar ist und die Touch-Webseite, welche nur über http vom localhost aus erreichbar ist. Selbst-signierte Zertifikate genügen für die Absicherung durch HTTPS.

4.6.1.3 Datenbankkonfiguration

Die Datenbank ist nach den gelernten Standards abgesichert.

Folgende SQL-Nutzer und Rechte sind nötig, um das System korrekt zu betreiben.

- **node:** Dieser Benutzer wird von den Nodes genutzt. Er muss von allen IP-Adressen aus zugelassen sein und hat folgende Rechte auf der Datenbank „plantimeter“:
 - Select und Update auf die Tabelle Aufgaben
 - Insert auf die Tabelle Messungen
 - Select und Insert auf die Tabelle Nodes

- **web:** Dieser Benutzer wird von den Webseiten genutzt. Er ist nur vom localhost aus zugelassen und hat Vollzugriff auf alle Tabellen der Datenbank „plantimeter“.

4.6.1.4 Firewall

Der Server ist durch eine UFW-Firewall gesichert. Nur die benötigten Ports sind zu öffnen.

4.6.1.5 Cron-jobs

Alle 10 Minuten wird das Php-Skript „automate.php“ ausgeführt.

4.6.2 Backup Server (should)

Der lokale Server hat über das Netzwerk Zugriff auf den Backup Server. Hier können Backups der Datenbank und Nutzerdaten durchgeführt werden.

Der Backup Server basiert auf einem Ubuntu Server und kann über SSH angesprochen werden. Die Firewall ist anhand von UFW zu konfigurieren und erlaubt nur notwendige Zugriffe. Für Backups wird **rsync** benötigt.

Der Backup Server muss genug Speicher bereitstellen um 1000 Kunden zu betreuen. Schätze und berechne wie viel Speicher hierfür nötig ist. Der Server wird im Rahmen des Projektes eine Virtuelle Maschine sein welche 2 GB Arbeitsspeicher benutzen darf und auf mindestens 2 Kerne Zugriff hat.

4.6.2.1 Backup-Jobs

Jeden Tag um 2:00 morgens wird ein Backup der Daten unserer Nutzer durchgeführt. Hierzu baut jeder lokale Server eine SSH-Verbindung zum Firmen Server auf und schickt über den rsync Befehl:

1. Node-Logs
2. Einen Dump der SQL-Datenbank.

Für alle Backups wird lediglich die letzte Version gespeichert. Das letzte Backup wird immer mit dem aktuellen überschrieben, um den Netzwerkverkehr und Speicherverbrauch gering zu halten.

4.7 L7 Node

Die Firmware für die Nodes wird von der *Embedded Systems* Abteilung der Firma entwickelt und muss nur von den Technikern konfiguriert und auf die Nodes aufgespielt werden.

Die Nodes basieren auf einem ESP8266, welcher auf einem WEMOS D1 Mini verbaut ist.

Die Nodes verfügen alle über folgende Sensoren:

- DHT22 – Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur
- CSMSV1.2 – Bodenfeuchtigkeit
- BH1750FVI – Helligkeit

Die Nodes verfügen alle über folgende Aktuatoren:

- LED1WSMD – Led-Licht maximal 1 Watt Leistung
- SPMP – Wasser Pumpe

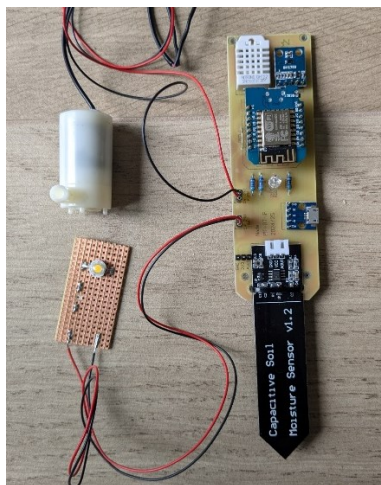


Abbildung 12 - Sensoren

Die Sensoren werden über Digitale Schnittstellen wie i2C ausgelesen. Die Aktuatoren werden über Transistoren angetrieben.

4.7.1 Software-Bibliotheken

Folgende Bibliotheken müssen im Arduino IDE 2.2.1+ installiert und funktional sein:

- ESP8266WiFi Version 1.0+
- ESP8266HTTPClient Version 1.2+
- Wire Version 1.0+
- BH1750 Version 1.3.0+
- DHT sensor library for ESPx Version 1.19+
- [MySQL Connector Arduino](#) Version ~~1.2.0+~~ master von Github (manueller .zip Import).

4.7.2 Firmware-Funktionsweise

1-10	Einbinden der Bibliotheken
14-16	Wifi-Netzwerk-Einstellungen (SSID, Passwort)
19	IP-Adresse des Hubs
20-22	Datenbank-Einstellungen (Benutzername, Passwort, Datenbankname)
25	URL-Konfiguration für die Log-API-Endpoint
27-45	Definieren der gültigen Bereiche für Messwerte (Feuchtigkeit, Temperatur, usw.)
47-56	Definieren der Pins für Sensoren, Pumpen, LEDs und I2C-Bus
58-61	Kalibrierung des Bodenfeuchtigkeitssensor und der Pumpendurchflussrate
67-68	Extra-Optionen für Debugging
68-90	Initialisierung der Variablen zur Speicherung der Sensordaten
92-483	Funktionsdeklarationen
486-540	Setup-Funktion: Initialisierung der Sensoren, WLAN-Verbindung, SQL-Verbindung
542-582	Loop-Funktion: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sensorwerte auslesen / Zufallswerte generieren 2. Messwerte senden

3. Aufgaben ausführen
4. Logs senden
5. 1 Minute Warten

Jede Node hat eine MAC-Adresse, über welche sie sich im System identifiziert.

Jede Node authentifiziert sich beim Hochfahren einmalig beim Web Server, indem sie ihre MAC-Adresse liefert. Als Antwort erhält die Node eine ID. Diese wird ab dann verwendet, um die Daten der Node korrekt in der Datenbank zu hinterlegen oder Anfragen nach Aufgaben zu stellen.

Ab dann wird alle 60 Sekunden das Hauptprogramm ausgeführt.

Zuerst erkundigt sich jede Node ob neue Aufgaben zu erledigen sind. Falls eine oder mehrere Aufgaben anstehen so werden diese alle ausgeführt. Nach erfolgreichem Ausführen einer jeden Aufgabe diese als erledigt in der Datenbank markiert.

Danach erfasst und sendet jede Node ihre Messwerte direkt an den SQL-Server des Hubs. Dieser speichert die Werte zusammen mit einem Zeitstempel und der ID der Node in der Datenbank ab.

Zuletzt werden die gesammelten Log-Einträge an den Hub gesendet. Hier gibt es pro Node eine Log Datei. Diese beinhaltet alle bisher empfangenen Log-Einträge dieser Node jeweils mit Zeitstempel.

4.7.3 Firmware-Konfiguration

Alle anzupassen Zeilen befinden sich zu Anfang des Codes. Andere Teile des Codes können auch angepasst werden, zum Beispiel die Zeilen 86-90 welche Optionen bereitstellen, um die Authentifikation der Node mit dem Server zu überspringen. Dies kann hilfreich sein, um Netzwerk- oder Sensorprobleme zu isolieren und identifizieren.

Anzupassen sind die Zeilen: 63-84 welche folgenden Elemente enthalten:

- WIFI SSID & Passwort
- Server IP-Adresse
- SQL-Nutzer & Passwort
- Server URLs für Logs überprüfen
- Sensor-Kalibrationen
- Funktion „lookupSensorID“, „sendMeasurement“ & „doNextTask“ mit SQL Query (falls Datenbank genutzt welche von der Musterlösung abweicht).