|  |
| --- |
|  |
| PlantPal |
| Plant Management Systeem |

|  |
| --- |
| Sabawoon Enayat  2022-2023 |

# Het voorwoord

Ik ben Sabawoon Enayat en ik studeer Industriële ICT in Don Bosco Hoboken.

Mijn eindwerk is een plantmanagementsysteem. Ik heb dit onderwerp gekozen, omdat ik hou van planten en bloemen en als een programmeur wil ik altijd zo veel mogelijk automatiseren en op een makkelijke manier alles kunnen beheren.

Ik bedank Dhr. K. van Reck en Dhr. L. Sienack om me te begeleiden met het eindwerk zowel op technische vlak, maar ook met de inhoud.

Inhoudsopgave

[Het voorwoord 1](#_Toc130210332)

[Inleiding 3](#_Toc130210333)

[Hardware 4](#_Toc130210334)

[Benodigdheden 4](#_Toc130210335)

[Werking 4](#_Toc130210336)

[Database 5](#_Toc130210337)

[PostgreSQL 5](#_Toc130210338)

[ORM 5](#_Toc130210339)

[Client 5](#_Toc130210340)

[WebAPI (Application Programming Interface) 6](#_Toc130210341)

[Python 6](#_Toc130210342)

[FastAPI 6](#_Toc130210343)

[Authenticatie 6](#_Toc130210344)

[Veiligheid 6](#_Toc130210345)

[Voorbeeld 6](#_Toc130210346)

[Web Interface 7](#_Toc130210347)

[TypeScript 7](#_Toc130210348)

[React.js 7](#_Toc130210349)

[Concepten 7](#_Toc130210350)

[Voorbeeld 7](#_Toc130210351)

[Bootstrap 8](#_Toc130210352)

[Voorbeeld 8](#_Toc130210353)

[Data fetching 9](#_Toc130210354)

[React Hook 9](#_Toc130210355)

[Besluit 10](#_Toc130210356)

[Bibliografie 11](#_Toc130210357)

# Inleiding

Mijn eindwerk is een plantmanagementsysteem. Dit wil zeggen dat een gebruiker zich kan registreren op de centrale website. Hij kan planten linken aan zijn profiel. Zo kan hij ook instellen op welke tijd de planten bewaterd worden en of dat het automatisch moet gebeuren. Hij kan in het dashboard ook zien hoe droog dat de grond van de plant is.

Er kan ook een grafiek bekeken worden van hoeveel water een plant heeft gekregen. Zo kunnen ook planten vergeleken worden.

Voor mijn eindwerk maak ik gebruik van heel wat technologieën om alles voor de “end-user”, zo makkelijk en beveiligd mogelijk te maken. Dit gebeurt door de “userinterface” en de rest van de applicatie te scheiden.

Voor de UI (userinterface) heb ik React.js met TypeScript gebruikt. React.js heb ik gebruikt omdat het alles versimpelt voor de ontwikkelaar en omdat er heel veel documentatie errond is. TypeScript omdat het strikt is en omdat het veel problemen elimineert.

Voor de API (Application Programming Interface, wat ik bedoelde met de “rest van de applicatie”), heb ik FastAPI gebruikt. De authenticatie gebeurt door JWT-tokens.

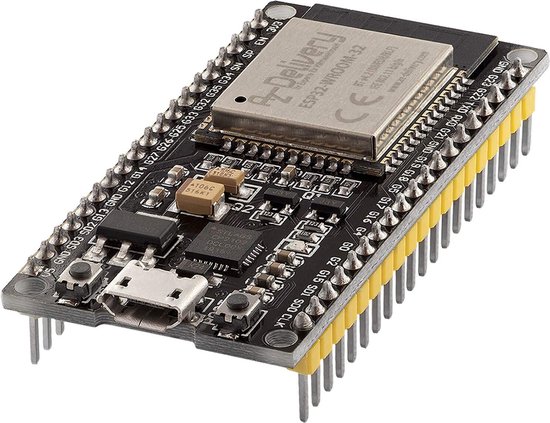
Ik heb PostgreSQL als database gebruikt, omdat ik ermee vertrouwd was en omdat er veel documentatie is.

Voor de ORM (Object Relation Mapping, de middleware tussen de API en de database), heb ik Prisma gebruikt, omdat het alles versimpelt.

Voor de bewatering van de planten, heb ik een ESP32 gebruikt. De ESP32 heeft ook een ingebouwde Wifi module, die in AP (Access Point) mode, STA (Station) mode, of beide modes gecombineerd kan zijn.

In deze bundel maak ik gebruik van pseudo-code, welke dient om een concept te verduidelijken en waarbij irrelevante code is weggelaten voor de uitleg.

# Hardware

* ESP32
  + Dit is het belangrijkste onderdeel van het project. Het is een microcontroller die alle componenten bestuurt. Het heeft Wi-Fi en Bluetooth, en kan geprogrammeerd worden met Arduino, die gebaseerd is op C++, om de sensoren en de waterpomp aan te sturen op basis van wat de sensoren meten.
* 5V waterpomp
  + Dit is een elektrische pomp die water uit een reservoir of een waterbak naar de planten pompt. Het werkt op 5V stroom, meestal geleverd door de voedingsbron. De MOSFET wordt gebruik een MOSFET om de motor aan en uit te sturen, maar ook om pomp krachtiger te maken.
* Debietmeter
  + Dit is een sensor die meet hoeveel water er door de leiding stroomt. Ik installeer het in de leiding die water naar mijn planten levert, zodat ik kan zien hoeveel water er wordt gebruikt. Hiermee kan ik de duur en frequentie van het water geven aanpassen op basis van de metingen van de debietmeter.
* Grondvochtigheidssensor
  + Dit is een sensor die meet hoe vochtig de grond is rondom mijn planten. Ik stop het in de grond in de buurt van de wortels van de planten, zodat ik kan zien of de grond vochtig genoeg is voor de planten. Hiermee kan ik het irrigatiesysteem optimaliseren op basis van de metingen van de grondvochtigheidssensor.

## Schema

Diagram

Description automatically generated

## Bibliotheken

* WiFi.h
  + Dit wordt gebruikt om de Wifi-functionaliteiten van de ESP32 te gebruiken. Om bijvoorbeeld een Netwerk-scan te doen, of de modus van de Wifi-module aan te passen (Station-Mode, Access-Point-Mode, STA-AP-Mode), verbinden met een netwerk, een soft-Access-Point maken enzovoort.
* WebServer.h
  + Dit is om een Webserver op te start op de ESP32. De Webserver kan dan bereikt worden door alle toestellen die in het netwerk van de ESP32 zitten. Het gebruikt de standaard HTTP-poort 80, dus een voorbeeld van een URL kan zijn `http://8.8.8.8:80/`, (de poort nummer is optioneel). De Webserver kan HTML of andere soort documenten sturen naar de Webbrowser, die formulieren bevatten. De data van het formulier kan naar een andere pagina via POST gestuurd worden, waar het gevalideerd wordt en we een “Response” kunnen krijgen van de Webserver.
* HTTPClient.h
  + Dit is gebruikt om te surfen naar een externe Webserver en zo alle HTTP-functionaliteiten te gebruiken. GET om data over de plant en bewateringen op te halen, POST om een plant aan te maken bij de database.
* Preferences.h
  + Dit is een bibliotheek die het makkelijk maakt om de NVS-flash van de ESP32 te gebruiken, om data op te slaan, zonder een zorg dat het kwijt gaat geraakt worden, na een heropstart van de ESP32. Dit maakt het mogelijk om data over de plant die we krijgen van de Webserver (de WebAPI gemaakt in Python) op te slaan voor latere gebruik.

## Werking

### Setup

Bij het opstart wordt van de ESP32 wordt de WiFi-modus gezet naar `WIFI\_AP\_STA`, dit is de modus Access-Point en Station samen. Zo kunnen we een `softAP` (Soft-Access-Point) configureren, zodat een toestel kan verbinden aan de WiFi-netwerk van de ESP32. Hier wordt ook een `Webserver` geconfigureerd die kan bereikt worden door een toestel die verbonden is aan de Wifi van de ESP32. De IP-adres van de ESP32 is vastgezet en is `8.8.8.8`. Er wordt ook gecontroleerd of de ESP32 al eerder geconfigureerd is door de gebruiker (hierover later). Als dat wel het geval is, gaat de ESP32 proberen te verbinden met de WiFi-netwerk die is gegeven door de gebruiker.

Dit ziet er als volgt in pseudo-code:

void setup() {

  WiFi.mode(WIFI\_AP\_STA);

  WiFi.config(INADDR\_NONE, INADDR\_NONE, INADDR\_NONE, INADDR\_NONE);

  WiFi.setHostname(HOSTNAME);

  WiFi.softAPConfig(local\_IP, gateway, subnet);

  WiFi.softAP("PlantPalConfig", "plantpal");

  // Local IP: 8.8.8.8

  Serial.println(WiFi.softAPIP());

  // Start lokale Webserver die bereikt kan worden door een toestel in het netwerk van de ESP32

  server.start();

  if (!credentials.wifiNotWritten()) {

    // Al eerder geconfigureerd door de gebruiker

  }

}

Dan is er de `main-loop`. De code hier draait in een oneindige loop en voert verschillende taken uit, zoals het controleren of het apparaat is verbonden met wifi, het verkrijgen van gegevens over de plant en irrigatie, het meten van vochtigheidsniveaus en het regelen van de waterpomp.

De code begint met het controleren of wifi is verbonden en als dat niet het geval is, probeert het apparaat opnieuw verbinding te maken. Als er binnen 30 seconden geen verbinding kan worden gemaakt, wordt het wifi-netwerk opnieuw ingesteld en wordt het apparaat opnieuw gestart.

Vervolgens haalt de code om de 5 minuten plantconfiguratiegegevens op en om de 30 seconden gegevens over irrigatie. Als de plant water nodig heeft, begint de waterpomp te werken en als deze voldoende water heeft gekregen, stopt de pomp.

Daarna wordt de vochtigheidsniveaus van de plant gecontroleerd en als de plant water nodig heeft, begint de waterpomp te werken. De code meet ook de stroomsnelheid van het water met behulp van een flowmeter en stopt de waterpomp als de juiste hoeveelheid water is geleverd.

# Database

## PostgreSQL

PostgreSQL is een krachtige en veelzijdige database die ontwikkelaars kunnen gebruiken om hun applicaties te ondersteunen. Het is betrouwbaar en heeft veel handige functies, zoals ondersteuning voor complexe zoekopdrachten, ruimtelijke gegevens en tekst doorzoeken. PostgreSQL werkt op verschillende systemen en kan gebruikt worden met verschillende programmeertalen. Bovendien is het gratis en open-source, wat betekent dat iedereen het kan gebruiken en aanpassen. Dit maakt PostgreSQL een aantrekkelijke optie voor ontwikkelaars die op zoek zijn naar een krachtige, betrouwbare en flexibele database-oplossing.

## ORM: Prisma

Een ORM (Object-Relational Mapping) is een tool die ontwikkelaars kunnen gebruiken om te communiceren met hun database zonder SQL te schrijven. Prisma is een populair ORM dat werkt met Python en verschillende databases, waaronder PostgreSQL en MySQL. Prisma zorgt ervoor dat ontwikkelaars gemakkelijk objecten kunnen maken en ophalen vanuit hun database.

Je maakt eigenlijk eerst de nodige modellen in Prisma en laat Prisma de nodige Python classes en functies genereren die nodig zijn om interactie te doe met de database.

Migraties zijn ook ingebouwd in Prisma, wat ervoor zorgt dat als we de structuur aanpassen of een kolom willen toevoegen bij een tabel in de database, het heel makkelijk kan gebeuren.

### Voorbeeld

// Prisma Model

model BlogPost {

  id      String @id @default(cuid())

  title   String @unique @db.VarChar(255)

  content String @db.VarChar(255)

  createdAt DateTime @default(now())

}

# in de shell

# genereer python classes en methodes

prisma generate

# doe een migratie in de ontwikkeling-modus, met de naam “init”

prisma migrate dev –-name=“init”

# Python code om een nieuw blog post te maken

import datetime

from prisma import Client

orm = Client()

class BlogPost:

    id: str

    title: str

    content: str

    createdAt: datetime.datetime

new\_post = orm.blogpost.create({

    'title': 'New Post',

    'content': 'Hello there, we have a new blog post'

})

print(new\_post)

# WebAPI (Application Programming Interface)

Dit is het gedeelte van de applicatie dat voor de authenticatie en beheer van data zorgt. Het is in essentie een interface tussen de database en de toepassing. De programmeertaal die ik gebruikt heb voor de WebAPI, is Python. De web framework die ik gebruikt heb is FastAPI.

## Python

Python heb ik voor de volgende redenen gebruikt:

* Eenvoudig gebruik
* Veel documentatie
* Heel stabiel

## FastAPI

FastAPI is een framework voor het bouwen van webapplicaties in de programmeertaal Python. Het heeft verschillende voordelen, waaronder:

1. Snelheid: FastAPI is erg snel en efficiënt, waardoor het ideaal is voor het bouwen van snelle en responsieve webapplicaties.
2. Eenvoudig te gebruiken: FastAPI heeft een eenvoudige en duidelijke documentatie, wat het gemakkelijk maakt om te leren en te gebruiken, zelfs als je geen ervaring hebt met webontwikkeling.
3. Asynchrone ondersteuning: FastAPI ondersteunt asynchrone programmering, wat betekent dat het meerdere taken tegelijk kan uitvoeren en zo de prestaties van de applicatie kan verbeteren.
4. Type hints: FastAPI maakt gebruik van type hints, waarmee ontwikkelaars het type van variabelen en functieparameters kunnen aangeven. Dit zorgt voor betere codekwaliteit en voorkomt fouten in de code.
5. Automatische documentatie: FastAPI genereert automatisch documentatie voor de API's die je bouwt, wat het gemakkelijker maakt om de API te begrijpen en te gebruiken voor anderen die ermee werken.

Kortom, FastAPI is een krachtig framework dat snel, eenvoudig te gebruiken, asynchroon en goed gedocumenteerd is. Het is daarom een goede keuze voor het bouwen van moderne webapplicaties met Python.

### Authenticatie

FastAPI JWT (JSON Web Token) authenticatie is een manier om gebruikers te authentiseren (inloggen) op een webapplicatie met behulp van JWT's. JWT's zijn stukjes informatie die worden gebruikt om de identiteit van een gebruiker te verifiëren.

De voordelen van FastAPI JWT authenticatie zijn onder andere:

1. Veiligheid: Met JWT's kun je veilig en gemakkelijk gebruikersgegevens versleutelen en overdragen tussen client en server, waardoor de veiligheid van de applicatie wordt verbeterd.
2. Eenvoudig te gebruiken: FastAPI biedt een eenvoudige manier om JWT-authenticatie in te stellen en te gebruiken, zelfs als je weinig ervaring hebt met authenticatie of beveiliging.
3. Flexibiliteit: Met JWT's kun je aangepaste claims (metadata) toevoegen aan de authenticatietokens, waardoor je extra informatie kunt opslaan over de gebruiker, zoals hun rol of toegangsrechten.
4. Efficiëntie: Met JWT's hoef je geen gebruikersgegevens op te slaan op de server, waardoor je server efficiënter wordt en minder resources nodig heeft.

Kortom, FastAPI JWT authenticatie biedt een veilige, eenvoudige en schaalbare manier om gebruikers te authentiseren en te autoriseren op een webapplicatie. Het is daarom een goede keuze voor het bouwen van moderne, veilige webapplicaties met Python.

### Veiligheid

FastAPI en Pydantic zijn frameworks die zijn ontworpen om veiligheid te waarborgen in webapplicaties. FastAPI biedt ingebouwde beveiligingsmaatregelen om bescherming te bieden tegen verschillende soorten aanvallen, terwijl Pydantic automatisch inputdata valideert om het risico op kwetsbaarheden te verminderen. Beide frameworks zijn ontworpen om te voldoen aan de nieuwste veiligheidsnormen en -praktijken, wat betekent dat het gebruik van deze frameworks samen zorgt voor een sterke beveiligingslaag in de webapplicatie.

### Voorbeeld

Dit komt uit de codebase van [PlantPal](https://github.com/nilerrors/PlantPal). Het is router die `Login`, `Signup` en `Account Verificatie` implementeert. Er is gebruik gemaakt van JWT-Tokens. Deze voorbeeld laat ook zien, hoe je een antwoord terugstuurt om te zeggen dat er iets mis is gegaan (bijvoorbeeld email en antwoord zijn fout).

from fastapi import APIRouter, Depends, HTTPException, status

from fastapi\_jwt\_auth import AuthJWT

from src.utils.send\_email import send\_email\_async

from . import crud, schemas

router = APIRouter(prefix='/auth')

@router.post('/login')

async def login(user: schemas.UserLogin, Authorize: AuthJWT = Depends()):

    auth\_user = await crud.authenticate\_user(user)

    if not auth\_user:

        raise HTTPException(status.HTTP\_404\_NOT\_FOUND, 'Email does not correspond with the password')

    db\_user = await crud.get\_user\_by\_email(user.email)

    if not db\_user or db\_user.verification is None or not db\_user.verification.verified:

        raise HTTPException(status.HTTP\_401\_UNAUTHORIZED, 'Account is not verified')

    access\_token = Authorize.create\_access\_token(subject=user.email, expires\_time=user.expires\_time)

    return {'access\_token': access\_token}

@router.post('/signup', status\_code=status.HTTP\_201\_CREATED)

async def signup(user: schemas.UserSignup):

    created\_user = await crud.create\_user(user)

    if created\_user is None:

        raise HTTPException(status.HTTP\_409\_CONFLICT, f"User with email-address '{user.email}' already exists.")

    await send\_email\_async(

        'Account Verification',

        user.email,

        {

            'title': 'Verify Account',

            'name': user.first\_name,

            'verification\_id': created\_user['verification\_id']

        },

        'verify.html'

    )

    return {'message': f'Verification email sent to {user.email}'}

@router.post('/user/verify/{verification\_id}')

async def verify\_user(verification\_id: str, Authorize: AuthJWT = Depends()):

    verification\_added = await crud.verify\_user(verification\_id)

    if verification\_added is None or verification\_added.user is None:

        raise HTTPException(status.HTTP\_404\_NOT\_FOUND, f"No account found with verification id '{verification\_id}'")

    access\_token = Authorize.create\_access\_token(subject=verification\_added.user.email, expires\_time=3600)

    return {'access\_token': access\_token}

# Web Interface

Voor de web-interface heb ik, TypeScript, React.js en bootstrap gebruikt. Het platform waarop dit gemaakt wordt is Node.js.

## TypeScript

TypeScript is een programmeertaal die, net als JavaScript, gebruikt wordt voor het bouwen van websites en webapplicaties. Het grote voordeel van TypeScript ten opzichte van JavaScript is dat het een type-systeem heeft. Dit type-systeem maakt het mogelijk om fouten in de code te voorkomen voordat de code daadwerkelijk wordt uitgevoerd. Het type-systeem controleert namelijk of de verschillende delen van de code correct met elkaar zijn verbonden. Dit leidt tot meer betrouwbare code en minder problemen in het gebruik van de applicatie.

Een ander voordeel van TypeScript is dat het de programmeur helpt bij het schrijven van begrijpelijke en goed gedocumenteerde code. TypeScript maakt het namelijk mogelijk om documentatie te schrijven die de functies van verschillende delen van de code uitlegt. Dit zorgt ervoor dat andere programmeurs de code gemakkelijker kunnen begrijpen en dat de code gemakkelijker te onderhouden is.

Daarnaast biedt TypeScript nog andere handige functies, zoals bijvoorbeeld de mogelijkheid om klassen en interfaces te definiëren. Dit maakt het schrijven van complexere applicaties veel makkelijker en overzichtelijker.

Kortom, TypeScript biedt veel voordelen voor ontwikkelaars van websites en webapplicaties. Het zorgt voor meer betrouwbare en onderhoudbare code, waardoor het gemakkelijker wordt om samen te werken aan een project.

## File:React-icon.svg - Wikimedia CommonsReact.js

React.js is een populaire JavaScript-bibliotheek die wordt gebruikt om dynamische gebruikersinterfaces te bouwen voor webapplicaties. Het belangrijkste voordeel van React.js is dat het de ontwikkeling van complexe gebruikersinterfaces gemakkelijker maakt door het gebruik van componenten.

Componenten zijn kleine, herbruikbare stukjes code die specifieke functionaliteit bieden en kunnen worden gecombineerd om complexere interfaces te maken. Dit maakt het gemakkelijk om code te organiseren en te hergebruiken, wat tijd en moeite bespaart tijdens de ontwikkeling.

Een ander voordeel van React.js is dat het een efficiënte manier biedt om webpagina's dynamisch te updaten zonder de hele pagina opnieuw te laden. Dit zorgt voor een snellere en betere gebruikerservaring.

Ten slotte heeft React.js een grote en actieve community van ontwikkelaars die bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe functies, bugfixes en documentatie, waardoor het een betrouwbare en up-to-date bibliotheek is om te gebruiken in webontwikkelingsprojecten.

TSX (TypeScript XML) is een uitbreiding van TypeScript die wordt gebruikt in combinatie met React.js om JSX-syntax te ondersteunen. JSX staat voor JavaScript XML en is een syntaxisuitbreiding voor JavaScript die wordt gebruikt om React-componenten te maken.

Met JSX kan HTML-achtige code worden geschreven in JavaScript om gebruikersinterfaces te definiëren. Dit maakt het gemakkelijker om React-componenten te maken en de code leesbaarder te maken, omdat het lijkt op het schrijven van HTML-code.

### Concepten

1. Hooks: Hooks zijn functies in React.js die de mogelijkheid bieden om state en andere React-functies te gebruiken in functionele componenten. Hooks stellen ontwikkelaars in staat om complexe logica te schrijven in functionele componenten, wat het schrijven van code eenvoudiger maakt en de leesbaarheid verbetert.
2. Context: Context is een manier om gegevens door te geven tussen componenten in een React-applicatie zonder de gegevens expliciet te moeten doorgeven via props. Context kan worden gebruikt om thema's, gebruikersgegevens en andere gegevens te delen tussen componenten.
3. Props: Props is een afkorting voor "properties" en worden gebruikt om gegevens door te geven aan componenten. Props kunnen strings, objecten, functies en andere waarden bevatten en stellen componenten in staat om te communiceren met andere componenten in een React-applicatie.
4. State: State is een manier om gegevens op te slaan in een component. Wanneer de staat van een component verandert, wordt de component opnieuw gerenderd om de wijzigingen weer te geven. State kan worden gebruikt om gegevens op te slaan die veranderen tijdens de levensduur van een component.

### Voorbeeld

*import* React, { useState } *from* 'react';

function Example() {

  const [count, setCount] = useState(0);

*return* (

    <div>

      <p>You clicked {count} times</p>

      <button onClick={() => setCount(count + 1)}>

        Click me

      </button>

    </div>

  );

}

*export* *default* Example;

## File:Bootstrap logo.svg - Wikimedia CommonsBootstrap

Bootstrap is een styling bibliotheek, die vaak gebruikt wordt. Het zorgt voor de basis CSS-classes, zodat we de styling niet moeten schrijven, maar gewoon gebruiken. Er bestaan meer geavanceerde styling bibliotheken, zoals, mui, maar ik wou de styling simpel houden.

### Voorbeeld

Een simple knop:



<button class="btn btn-primary">Primary</button>

De onderste CSS is voor ons al eerder geschreven. We kunnen het gewoon gebruiken in de HTML.

.btn-primary {

  background-color: #007bff;

  border-color: #007bff;

  color: #fff;

  padding: 0.5rem 1rem;

  border-radius: 0.25rem;

}

## Data fetching

Voor de data fetching gebruik ik de ingebouwde `fetch`-functie in JavaScript. Deze functie pakt een URL en een optionele “meta-data” object. Hieronder is een versimpelde toepassing die gebruikt is in de Webapplicatie:

// Een functie die alle planten van een gebruiker uit de server haalt

fetch("${API\_URL}/plants/", {

  method: "GET",

  // parameters voor authenticatie, ...

})

  .then((res) => {

    res.json();

  })

  .then((data) => {

    // verwerk data; dit is in JSON-formaat

  })

  .catch((err) => {

    // behandel de error

  });

# Besluit

# Bibliografie