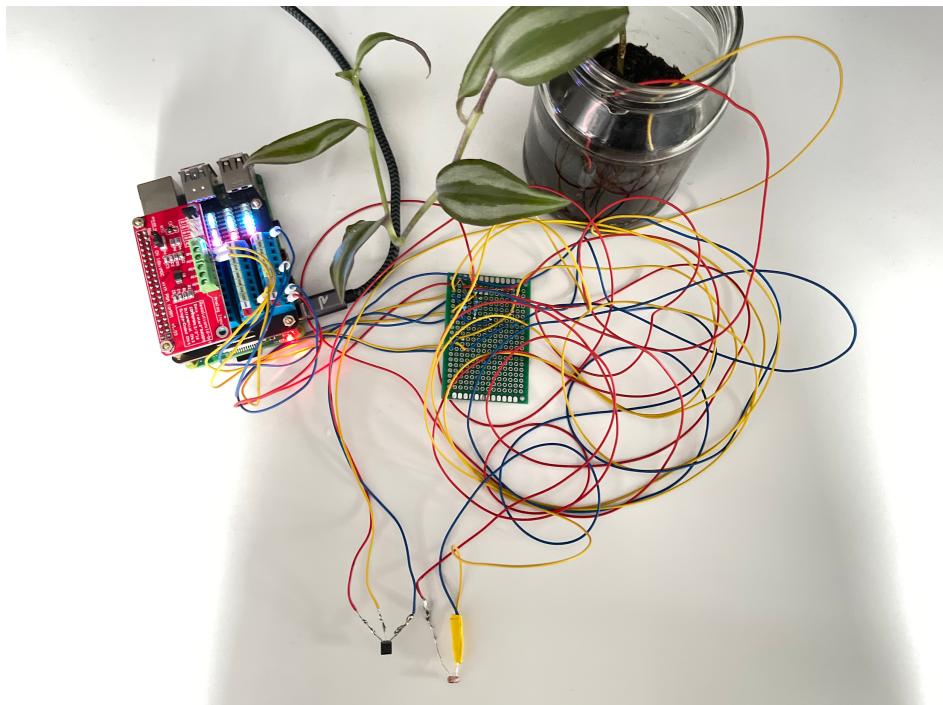


# Der smarte Topf



Vorgelegt für den Wettbewerb Jugend forscht 2021 von Tristan Sander

Arbeitsfeld: Mathematik/Informatik

Projektnummer: 86381

## Kurzfassung des Themas

Pflanzen verschönern unsere Wohnungen und sorgen für ein angenehmes Ambiente. Gleichzeitig tragen sie dazu bei, dass unsere Wohnräume mit Sauerstoff versorgt werden. Doch sie müssen stets umsorgt werden: Sie benötigen u.a. ausreichend Licht und Wasser. Bei mehreren Pflanzen nimmt das viel Zeit in Anspruch. Zudem hat nicht jeder Pflanzenfreund einen grünen Daumen. Deswegen war es mein Ziel, eine Pflanze smart zu machen. Dafür habe ich ein Programm geschrieben, welches mit Hilfe von Sensoren erkennt, wie es der Pflanze geht. Das Programm kann die Temperatur, die Lichtmenge und die Bodenfeuchtigkeit bestimmen und ggf. reagieren, wenn die Versorgung nicht optimal ist. Um die optimalen Werte für das Programm vorliegen zu haben, wurden im Voraus Experimente mit Pflanzen durchgeführt.

# **Inhalt**

<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>Experimente mit Pflanzen</b>	<b>3</b>
Experiment 1: Einfluss des Lichts auf die Photosyntheseleistung	3
Experiment 2: Einfluss der Temperatur auf die Photosyntheseleistung	5
Experiment 3: Einfluss der Bodenfeuchte auf die Photosyntheseleistung	7
<b>Programmieren des smarten Topfs</b>	<b>8</b>
Vorarbeiten	8
Vorgehen	9
Überblick über das Programm	10
Erklärung zum Programm	11
<b>Daten für den Nutzer</b>	<b>11</b>
<b>Reflexion</b>	<b>11</b>
<b>Anhang</b>	<b>12</b>
<b>Literaturangaben</b>	<b>15</b>
<b>Unterstützungsleistung</b>	<b>15</b>

## Einleitung

Als ich auf YouTube unterwegs war, stieß ich auf ein Video des niederländischen YouTube-Kanals von Google ([https://www.youtube.com/watch?v=nsPQvZm\\_rgM](https://www.youtube.com/watch?v=nsPQvZm_rgM)). In diesem Video, welches eigentlich als Aprilscherz veröffentlicht wurde, geht es um ein Projekt, das Tulpen helfen soll, mit Menschen zu kommunizieren. Mir war klar, dass dies nicht funktionieren würde - die Idee, dass die Pflanze sagen kann, wann es ihr gut geht und wann nicht, blieb. Da die Pflanze selber nicht sprechen kann, habe ich mir überlegt, eine Pflanze mit Hilfe eines Programms „sprechen“ zu lassen.

Aus diesem Grund habe ich ein Programm entwickelt, welches die Bedürfnisse der Pflanze erfasst und entsprechend reagiert, um auf diese Weise die Pflanze smart zu machen.

Pflanzen benötigen zum Gedeihen u.a. Wasser, Licht und Wärme. Um herauszufinden, wie viel Wasser, Licht und Wärme eine Pflanze benötigt, habe ich zunächst Experimente (Experimente 1, 2 und 3) durchgeführt. Ziel war es hierbei, Bedingungen zu schaffen, die eine optimale Photosyntheseleistung der Pflanzen ermöglichen. Die Sauerstoffproduktion wurde dabei als Anzeiger für die Photosyntheseleistung angenommen. Mit Hilfe der Daten, die ich bei den Experimenten gewonnen habe, habe ich dann ein Programm geschrieben, welches anzeigt, wie es der Pflanze geht und sie dadurch „sprechen“ lässt.

# Experimente mit Pflanzen

## Experiment 1: Einfluss des Lichts auf die Photosyntheseleistung

### Fragestellung

Wie viel Licht ist für eine optimale Photosyntheseleistung notwendig?

### Hypothese

Je mehr Licht das Zebra-Ampelkraut bekommt, desto höher ist die Photosyntheserate.

### Materialien

- Zebra-Ampelkrautsetzlinge
- Bauleuchte
- Luftsauerstoff Sensoren
- Gefäße
- Luxmeter
- Lineal/Maßband

### Durchführung

Vier Pflanzen werden in 25cm Abständen auf 1m verteilt. Die Leuchte wird mit einem Abstand von 25cm vor der ersten Pflanze platziert. Die Setzlinge werden in die Gefäße gestellt, dann werden diese mit den Sensoren verschlossen. Dann wird der Luftsauerstoff gemessen. Die Messdauer beträgt 5 Minuten. Außerdem wird für jeden Abstand die Lichtstärke mit dem Luxmeter gemessen.

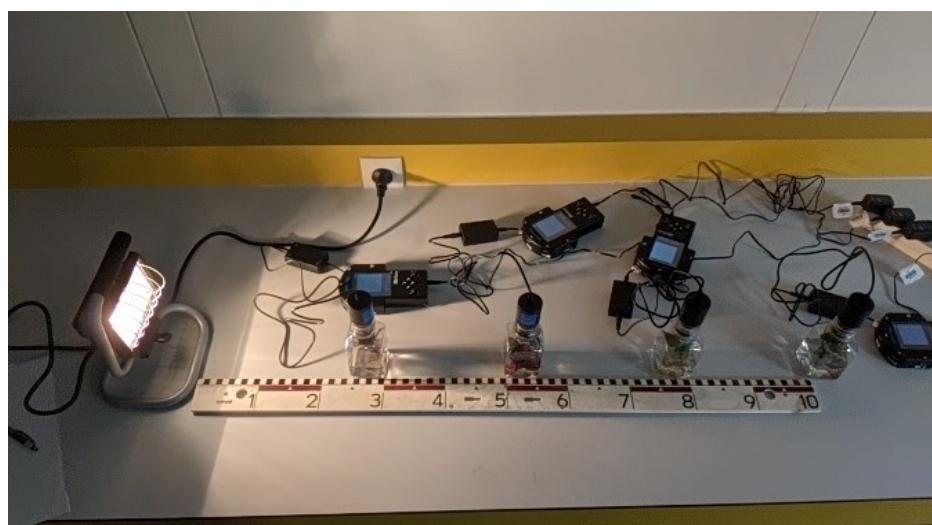


Abb. 1: Versuchsaufbau Licht

## Ergebnisse

Abstand zur Lichtquelle in cm	Lichtstärke in Lux	Sauerstoffgehalt in %
25	5050	20.52
50	1660	20.71
75	510	20.39
100	250	20.26

Die zweite Pflanze, mit einem Abstand von 50cm zur Lichtquelle, hat den höchsten Sauerstoffwert von 20.71% und wurde mit 1660 Lux bestrahlt. Den zweithöchsten Sauerstoffwert hat die erste Pflanze (20.52%). Diese stand 25cm von der Lichtquelle entfernt, die die Pflanze mit 5050 Lux bestrahlte. Danach kam die dritte Pflanze mit 75cm Abstand und einem Bestrahlungswert von 510 Lux, wobei der Sauerstoffwert bei 20.39% lag. Die vierte Pflanze, die 1m entfernt stand, wurde mit 250 Lux beleuchtet und hatte einen Luftsauerstoffwert von 20.26%.

## Schlussfolgerungen und Diskussion

Das Experiment zeigt, dass ich meine Hypothese nicht bestätigen konnte. Es lässt sich aus diesem Versuch schließen, dass nicht die größte Lichtintensität, sondern ein Wert von 1660 Lux eine optimale Photosynthese ermöglicht.

## Experiment 2: Einfluss der Temperatur auf die Photosyntheseleistung

### Fragestellung

Wie viel Wärme ist für eine optimale Photosyntheseleistung notwendig?

### Hypothese

Je wärmer es ist, desto mehr Photosynthese kann die Pflanze betreiben.

### Materialien

- Zebra-Ampelkraut
- Thermometer
- Luftsauerstoff Sensor
- Vorrichtung zum Einspannen eines Blattes
- Lampe
- 2 Kisten derselben Größe aus Plastik mit Deckel
- Wasser / Eiswürfel / Wasserkocher
- kleine Box

### Durchführung

Der Versuch wird jeweils in einer Kiste durchgeführt. Die Kiste wird temperiert, indem warmes Wasser oder Eis hinzugegeben werden. Ein Blatt des Zebra-Ampelkrauts wird in die Halterung eingespannt. Die Pflanze wird in die Kiste mit den Sensoren gestellt. Die Messdauer beträgt 5 Minuten. Die andere Kiste wird mit Wasser aufgefüllt und es werden je nach Wunschtemperatur entweder heißes Wasser oder Eiswürfel dazugegeben. Der Versuchsaufbau wird auf eine kleinere Box gestellt und oberhalb des Wassers/Eises platziert.



Abb. 2: Versuchsaufbau Temperatur

## Ergebnisse

Temperatur in °C	Sauerstoffgehalt in %
0	20.0530
7	20.1210
17,8	20.1976
30,5	20.3421

Am besten schnitt die Pflanze ab, die 30,5°C ausgesetzt war. Sie zeigte einen Sauerstoffwert von 20.3421%. Den zweithöchsten Wert von 20.1976% erzielte die Pflanze, die in der Kiste mit 17,8°C gestanden hatte. Den zweitniedrigsten Wert, welcher bei 20.1210% lag, erreichte die Pflanze, die in der Kiste mit 7°C stand. Der niedrigste Wert von 20.0530% ergab sich für jene Pflanze, die in der Kiste mit 0°C Raumtemperatur stand.

## Schlussfolgerungen und Diskussion

Dieser Versuch bestätigt meine Hypothese. Je wärmer die Umgebung ist, desto mehr Photosynthese kann die Pflanze betreiben. Oberhalb der 30,5°C habe ich keine Messungen durchgeführt, da höhere Temperaturen für einen Blumentopf, der in einem Wohnraum stehen soll, weniger von Bedeutung sein werden.

## Experiment 3: Einfluss der Bodenfeuchte auf die Photosyntheseleistung

### Fragestellung

Wie viel Bodenfeuchte ist für eine optimale Photosyntheseleistung notwendig?

### Hypothese

Es ist zu vermuten, dass die Photosyntheserate der Pflanze bei einem mittleren Bodenfeuchtewert (zwischen 4 und 7 auf der Skala des Messgeräts) am höchsten ist.

### Materialien

- Messgerät für Bodenfeuchte (Quelle 1)
- Zebra-Ampelkrautpflanzen mit unterschiedlichen Bodenfeuchten
- Luftsauerstoff Sensor
- Vorrichtung zum Einspannen eines Blattes
- Lampe
- Für die Bestimmung eines Grundwertes wurde ein Gartengerät zur Bodenfeuchtebestimmung eingesetzt. Das Gerät zeigt relative Werte zwischen 1 und 10 an.



Abb. 3: Versuchsaufbau Bodenfeuchte (links), Sensor Bodenfeuchte (rechts)

## Durchführung

Um die Bodenfeuchte zu verändern, wird entweder noch etwas Wasser hinzugegeben oder der Boden wird mit Hilfe eines Föns getrocknet. Ein Blatt der Pflanze wird in die Vorrichtung eingespannt. Die Bodenfeuchte wird mit Hilfe des Messgeräts bestimmt.

## Ergebnisse

Aufgrund der Corona-Pandemie konnte dieses Experiment nicht beendet werden. In einem Vorversuch waren aber hohe Photosyntheseraten bei Werten zwischen 4 und 7 auf der Messgeräteskala festgestellt worden.

## Schlussfolgerungen und Diskussion

Es lässt sich davon ausgehen, dass die Pflanze bei Bodenfeuchtewerten zwischen 4 und 7 am besten gedeiht, da diese auf dem Messgerät grün markiert sind. Die angenommene Hypothese kann also bestätigt werden.

## Programmieren des smarten Topfs

### Vorarbeiten

Um das Programmieren zu üben, habe ich zuerst Arduinos programmiert. So entstanden einige Prototypen zum smarten Topf, die voll funktionsfähig sind. Bei ihnen sind aber die Daten nur lokal und mit Hilfe eines zusätzlichen Computers einsehbar. Aber man kann sehen, ob genug Licht oder zu wenig Licht vorhanden ist. Das Gleiche ist auch mit dem Bodenfeuchtesensor möglich, ein Temperatursensor war noch nicht verbaut.

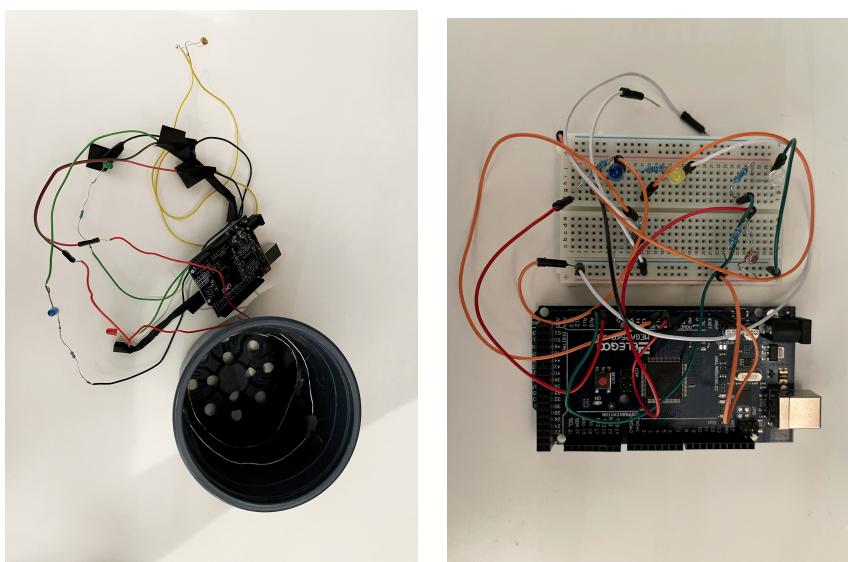


Abb. 4: Prototyp

## Vorgehen

Als Basis für den smarten Topf habe ich einen Raspberry pi der 4. Generation verwendet. Ich habe mich gegen einen Arduino entschieden, da der Arduino kein eigenes Wlan Modul besitzt. Der Raspberry pi hat von sich aus mehr Funktionen und ist insgesamt kostengünstiger. Da meine Wahl auf einen Raspberry pi fiel, musste ich mich für ein zugehöriges Programm entscheiden. Letztendlich habe ich mich für das Programm Node-RED entschieden, da dieses eine einfache Blockprogrammierung ermöglicht, die für mich leicht zu verstehen ist und mir übersichtlich erschien .

Für den Temperatursensor habe ich einen von sich aus geeichten Sensor verwendet. Für den Bodenfeuchtesensor habe ich aus zwei Kupferplatten und einem Kohlewiderstand einen Spannungsteiler konstruiert. Mithilfe eines Analog-Digital Wandlers habe ich die Spannung zwischen den Kupferplatten gemessen. Die Spannung steht im Verhältnis zur Feuchtigkeit zwischen den Kupferplatten. Für den Lichtsensor habe ich einen weiteren Spannungsteiler mit einem Foto- und einem Kohlewiderstand gebaut, um entsprechende Werte bestimmen zu können. Um eine Referenz zu haben, habe ich zuerst den Lichtsensor programmiert. Der erste Schritt bestand darin, eine Lampe zum Leuchten zu bringen, wenn der Wert zu niedrig war. Entsprechend habe ich auch das Programm für den Bodenfeuchte- und Temperatursensor programmiert.

Anschließend habe ich das Programm noch weiterentwickelt, sodass auch eine Lampe aufleuchtete, wenn zu viel von einem der drei Werte vorhanden war. Diesen Schritt habe ich gemacht, da die Experimente 1 - 3 gezeigt haben, dass dies auch passieren kann. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass die Pflanze zu viel Licht, Wasser oder Wärme erhält.

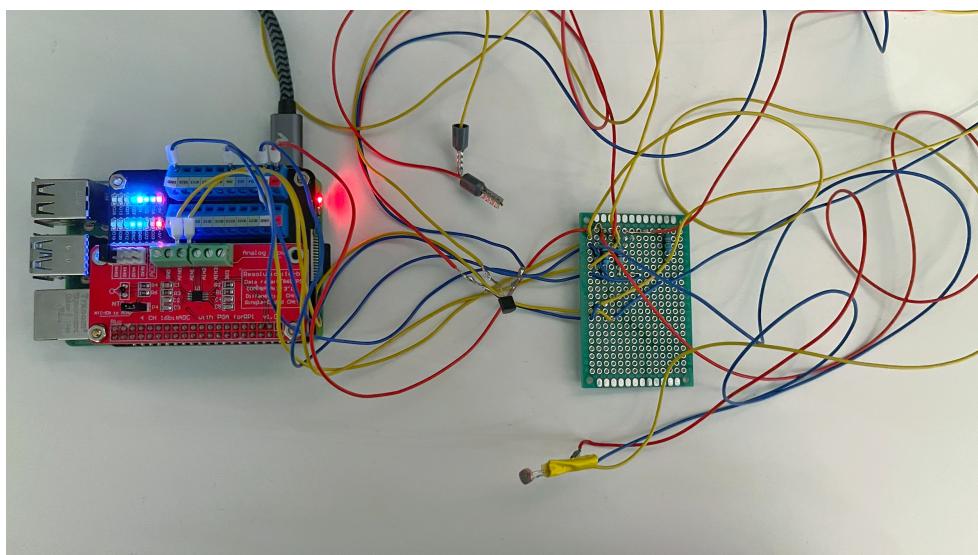
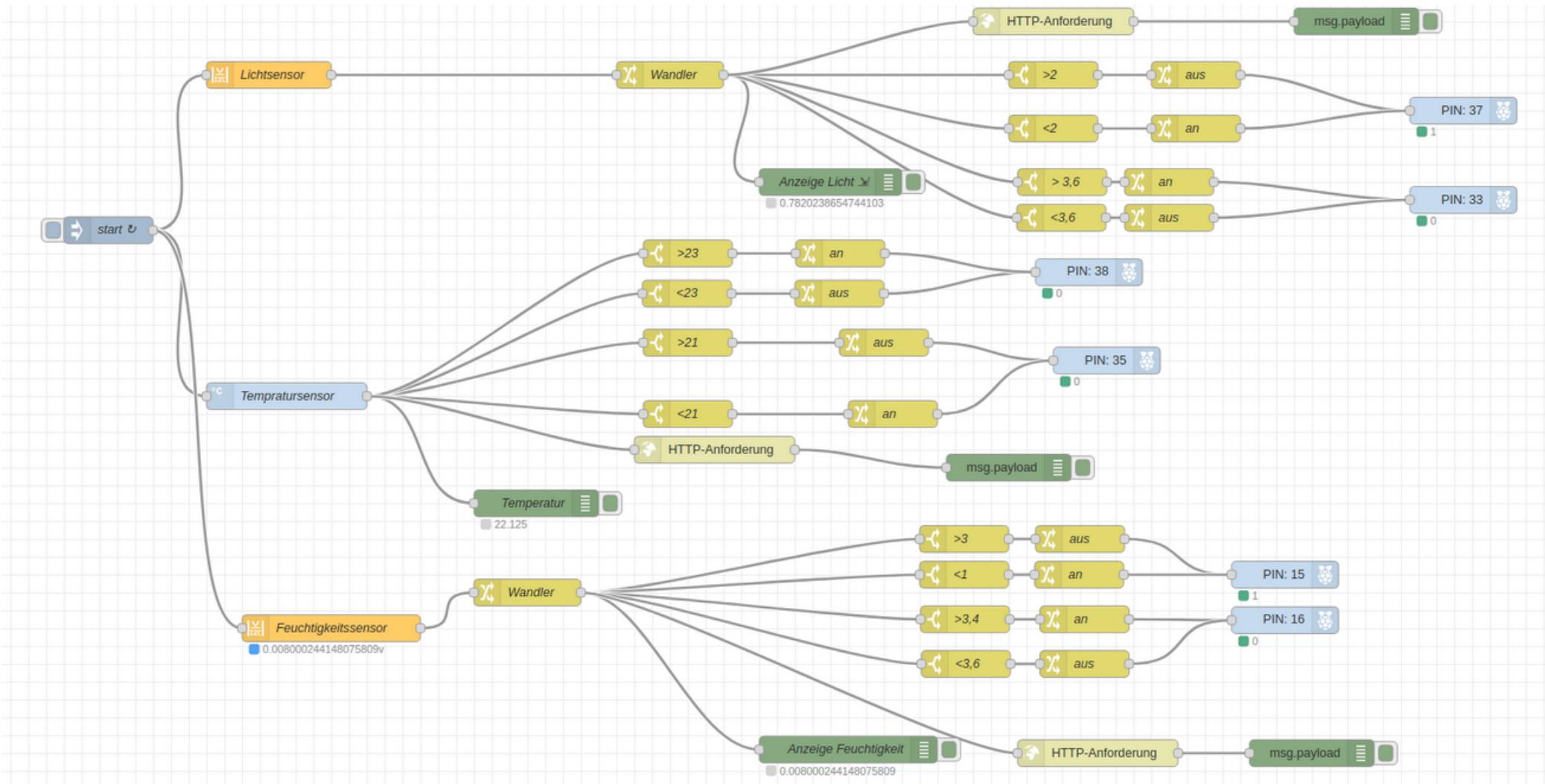


Abb. 5: Smarter Topf

## Überblick über das Programm



## **Erklärung zum Programm**

### **Wertausgabe**

Start (inject) kann das Programm entweder auf Befehl oder in einem Intervall starten oder zu einer bestimmten Uhrzeit.

Licht- und Feuchtigkeitssensor (ads1x15 raspi) misst einen Wert und gibt ihn weiter.

Wandler (change) ändert den Wert so, dass das Programm ihn verstehen kann (nur für Licht- und Feuchtigkeitssensor nötig, denn der Temperatursensor ist von sich aus geeicht).

Temperatursensor (rpi ds18b20) misst die Temperatur und gibt dann diesen Wert weiter.

Anzeige Feuchtigkeit (debug) zeigt den aktuellen Wert bis zur nächsten Messung an.

### **Reaktionen**

<Zahl-xy und >Zahl-xy (switch) geben das Signal weiter, wenn die Bedingung erfüllt wird.

an und aus (change) führen einen Befehl aus.

Pin: Zahl-xy (rpi gpio out) steuert die Lampe an.

HTTP-Anforderung (http request) leitet den Wert an die Website weiter.

msg.payload (debug) um eventuelle Fehler des Web-Servers einsehen zu können.

## **Daten für den Nutzer**

Die Daten vom smarten Topf sind für den Nutzer unter diesem Link zu finden:

<https://tristan.sander.is/kom.php>

Um nicht immer den Link eingeben zu müssen, kann einfach ein “Shortcut” erstellt werden. Dieser erzeugt eine Verbindung vom Endgerät des Nutzers zu der Website mit den aktuellen Daten der Pflanze. Dies funktioniert sowohl unter Android, wie auch unter iOS. Da es eine Website ist, kann sie natürlich auf jedem internetfähigen Gerät genutzt werden.

## **Reflexion**

In diesem Projekt ging es nicht darum, für eine Pflanze das perfekte Ökosystem zu erschaffen, welches sie selbstständig versorgt. Mein Ziel war, eine Hilfe zu erfinden, die Menschen unterstützt, die keinen grünen Daumen haben. Dies ist mir mit Hilfe der Experimente und des entwickelten Programms gelungen. Optisch ist der Topf noch zu optimieren. Außerdem wäre es gut, wenn es mir gelingen sollte, den Blumentopf in einem Smarthome zu integrieren. Eine weitere Idee wäre es, die Daten nutzerfreundlicher anzuzeigen, z.B. mit einer farbigen graphischen Darstellung.

## Anhang

### Einstellungen Messgerät

Luftsauerstoffsensor

Messdauer 5 Minuten

Abbruch nach 5 Minuten

### Einstellungen Nodes

Start (inject) Nutzdaten: timestamp; Wiederholen alle 3 Sekunden

Licht- und Feuchtigkeitssensor (ads1x15 raspi) Property msg.payload; Chipset ads1115; i2c Address 0x48; Channel A0/1-GND; Sample/sec 128; Gain 4.096v (+/-)

Wandler (change) Regeln Festlegen; msg.payload bis Ausdruck msg.payload.\*

Temperatursensor (rpi ds18b2 ) Label show

Anzeige Feuchtigkeit (debug) Ausgabe msg.payload; Ziel Debugfenster+Node-Status (32 Zeichen)

<Zahl-xy und >Zahl-xy (switch) Eigenschaften msg.payload; >/< String Zahl

an und aus (change) Regeln Festlegen msg.payload bis Ausdruck 0/1

Pin: Zahl-xy (rpi gpio out) Pin Zahl - GPIOZahl; Type Digital output

HTTP-Anforderung ( http request ) Methode GET; URL

<http://tristan.sander.is/kom.php?key=ArtdesWerts&value={{payload}}>; Rückgabe eine UTF-8-Zeichenfolge

msg.payload ( debug ) Ausgabe msg.payload; Ziel Debugfenster

### Originalwerte: Temperatur

0°C

Ch1: Sauerstoff(0-27%)		
Samples Logged 300 ... Done		
SAMPLE	%	
1	20.0530	
2	20.0530	
3	20.0530	
4	20.0530	
5	20.0530	
6	20.0530	

7°C

Ch1: Sauerstoff(0-27%)

Samples Logged 300 ...Done

SAMPLE	%	
1	20.1210	
2	20.1210	
3	20.1210	
4	20.1210	
5	20.1210	
6	20.1210	

17,8°C

Ch1: Sauerstoff(0-27%)

Samples Logged 300 ...Done

SAMPLE	%	
1	20.1976	
2	20.1976	
3	20.1976	
4	20.1976	
5	20.1976	
6	20.1976	

30,5°C

Ch1: Sauerstoff(0-27%)

Samples Logged 300 ...Done

SAMPLE	%	
1	20.3421	
2	20.3421	
3	20.3421	
4	20.3421	
5	20.3421	
6	20.3421	

## Originalwerte: Licht

5050 Lux



1660 Lux



510 Lux



## 250 Lux



## Literaturangaben

Quelle 1:

[https://www.amazon.de/Pflanzwerk%C2%AE-Pflanzk%C3%BCbel-Boden-Tester-FEUCHTIGKEITSMESSE.../dp/B01NBU3MXC/ref=sr\\_1\\_9?adgrpid=71167309157&dchid=1&gclid=CjwKCAiAxeX\\_BRASEiwAc1QdkdLorVI-08U5NOyRnjXT080Qyw7zR2FvcoJyADvkR9chJWYT88lsWxoC6oIQAvD\\_BwE&hvadid=353209790592&hvdev=c&hvlocphy=9043323&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrand=13077378239248026359&hvtargid=kwd-354428834847&hydadcr=18372\\_1794472&keywords=feuchtigkeitsmesser+blumentopf&qid=1610186449&sr=8-9&tag=googhydr08-21">https://www.amazon.de/Pflanzwerk%C2%AE-Pflanzk%C3%BCbel-Boden-Tester-FEUCHTIGKEITSMESSE.../dp/B01NBU3MXC/ref=sr\\_1\\_9?adgrpid=71167309157&dchid=1&gclid=CjwKCAiAxeX\\_BRASEiwAc1QdkdLorVI-08U5NOyRnjXT080Qyw7zR2FvcoJyADvkR9chJWYT88lsWxoC6oIQAvD\\_BwE&hvadid=353209790592&hvdev=c&hvlocphy=9043323&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrand=13077378239248026359&hvtargid=kwd-354428834847&hydadcr=18372\\_1794472&keywords=feuchtigkeitsmesser+blumentopf&qid=1610186449&sr=8-9&tag=googhydr08-21](https://www.amazon.de/Pflanzwerk%C2%AE-Pflanzk%C3%BCbel-Boden-Tester-FEUCHTIGKEITSMESSE...)

## Unterstützungsleistung

Folgende Personen haben mich bei meinem Projekt unterstützt:

- Frau Hendrika van Waveren und Herr Tobias Peckskamp (Projektbetreuer/in)
- Herr Christian Pecar (Lehrkraft)
- Herr Martin Sander (Programmierer)