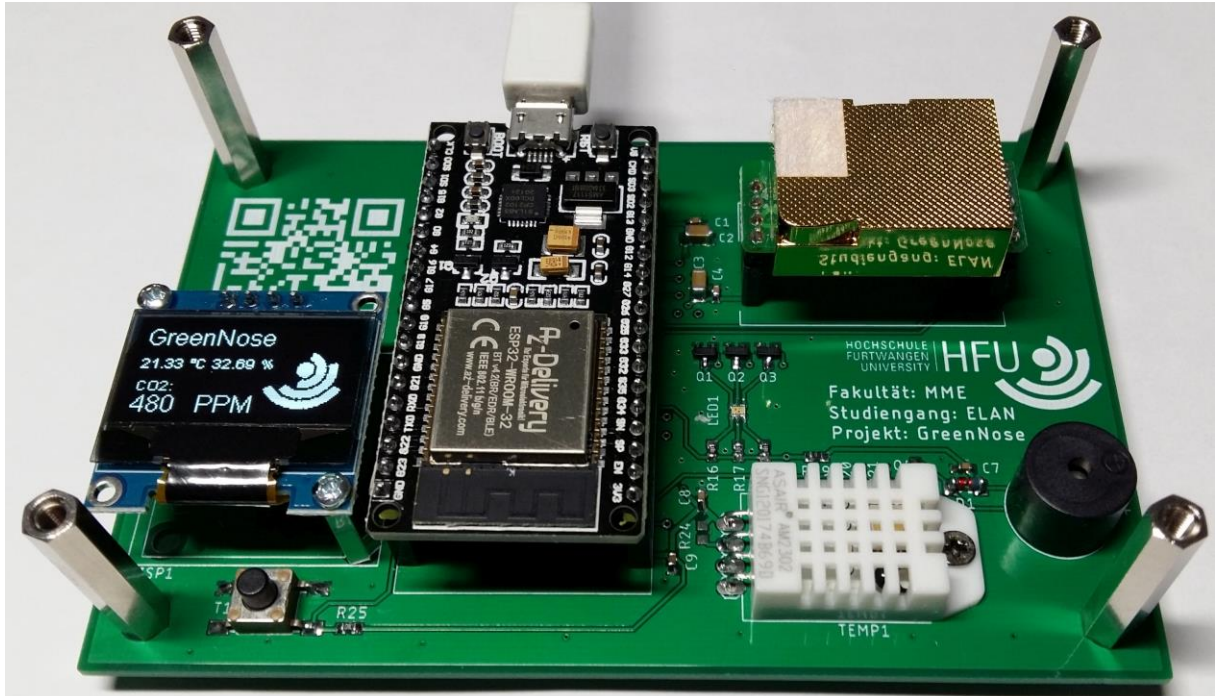
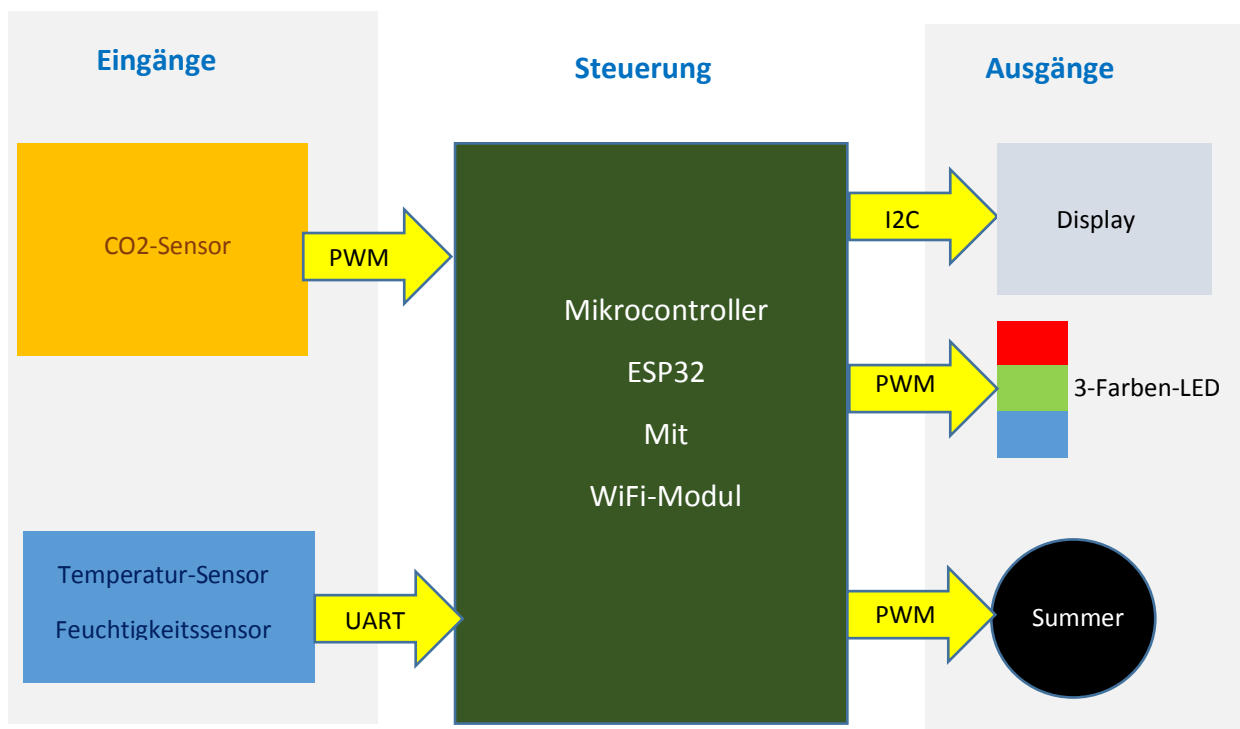


Die Hardware

So sieht das Gerät aus (oder so wird es aussehen, wenn Ihr das zusammenbaut):



Wie das Gerät funktioniert, erkennt man am besten anhand eines **Blockdiagrammes**.



Im Blockdiagramm erkennt man Komponenten, die nichtelektrische Signale in elektrische überführen, diese sind dort als Eingänge bezeichnet und den Mikroprozessor als eine zentrale Steuerungseinheit

Das Projekt Green Nose

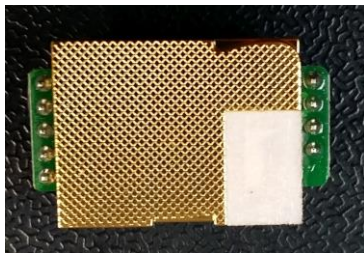
sowie Komponenten, die Informationen an Menschen weitergeben können, im Blockdiagramm bezeichnet als Ausgänge.

Eingänge

Das Gerät misst drei Eigenschaften der Umgebung:

- den CO₂-Gehalt,
- die Temperatur und
- die Luftfeuchtigkeit.

Dazu werden geeignete Sensoren eingesetzt:



Der CO₂-Sensor MH-Z19B misst die Konzentration des Kohlenstoffdioxids mit einem elektro-optischen Prinzip und liefert ein periodisches digitales Signal fester Periode, aber unterschiedlichem Verhältnis der Zustände mit hoher und mit niedriger Spannung (High : Low). Dieses Verhältnis entspricht eben der gemessenen Konzentration des Kohlenstoffdioxids. Diese Signalart nennen wir PWM (pulse-wide-modulation)

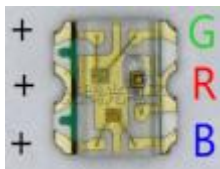


Der Sensor AM2302 misst die anderen zwei Größen Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zur Temperaturmessung verwendet er einen temperaturabhängigen Widerstand, die Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Kapazität des eingebauten Messkondensators. Zur Kompensation von Störeinflüssen und zur Erstellung des elektrischen Ausgangssignals wird intern ein 8-Bit-Mikroprozessor verwendet. Dieser generiert ein einziges serielles asynchrones Ausgangssignal (UART), das Information sowohl über die Temperatur als auch über die Luftfeuchtigkeit enthält.

Der **Anwendungsentwickler** muss aber die physikalischen Messprinzipien nicht unbedingt kennen, er muss lediglich die Parameter der Ausgangssignale kennen, um diese weiterverarbeiten zu können.

Ausgänge

Zur Darstellung als für Menschen verständliche Informationen dienen:



3-Farben-LED mit Maßen 1,6 x 1,6 mm und 6 Anschlüssen
Die Farben rot, grün, blau stellen 3 Pegel der CO₂-Konzentration dar.
Die Ansteuerung erfolgt mit einem PWM-Signal.



Summer (Lautsprecher)
ergibt einen Ton, wenn eine bedenkliche CO₂-Konzentration erreicht wird.
Die Ansteuerung erfolgt mit einem PWM-Signal.



Display aus „organischen Leuchtdioden“ (OLED) mit 128 x 64 Pixeln.

Auf dem Display wird die CO₂-Konzentration als eine Zahl dargestellt.

Die Ansteuerung erfolgt mit dem sog. I2C-Bus.

Steuerung



Die Steuerung erfolgt mit einem ESP32-Mikroprozessor mit integriertem WiFi-Modul.

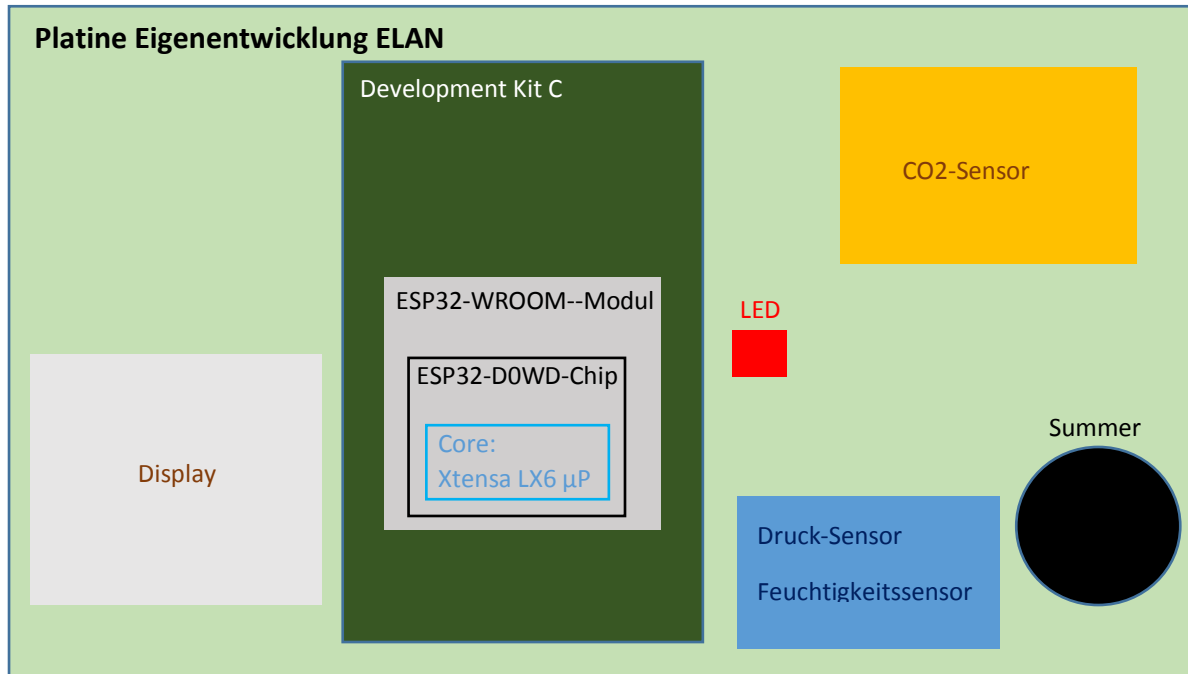
Wenn man genau hinschaut, sieht man eine Platine, auf der eine andere kleine Platine angelötet ist (diese Konstruktion nennen wir Huckepack, engl. Piggyback). Zentral auf der kleinen Platine befindet sich ein silbernes Gehäuse und eine geätzte Zickzack-Linie – die WiFi-Antenne. Das silberne Gehäuse ist nicht hermetisch (luftdicht) geschlossen, wie es sonst bei ICs (integrierte Schaltkreise, engl. Integrated Circuits) typisch ist – es gibt sogar ein offenes Loch – man kann vermuten, dass sich innen noch weitere elektronische Bauelemente befinden.

In der Tat ist es so: Das, was wir als ESP-32-Mikroprozessor bezeichnen, ist eigentlich ein kleines Entwicklungsbord – engl. Development Kit, das dazu dient, dass Prozessor-Signale, die für unsere Anwendung relevant sind, uns bereitgestellt werden. Dazu enthält das Board neben dem eigentlichen Prozessor noch einige andere Bauteile.

Auch das silberne Gehäuse ist noch nicht der eigentliche Prozessor, sondern ein Modul (ESP32-WROOM-Modul), das neben dem Prozessor (hier: ESP32-D0WD des chinesischen Herstellers *Espressif*) noch z.B. den WiFi-Chip enthält. Um eine bessere Variabilität zu erreichen, gibt es in der

Regel mehrere Prozessor-Typen, die auf einem Kern basieren. Der Kern (engl. Core), der selbst auch noch konfigurierbar ist, ist hier Xtensa LX6 des US-Herstellers *Tensilica*.

Die Hierarchie des Prozessor-Aufbaus, sowie die Platzierung der Ein- und Ausgänge zeigt folgende Skizze:

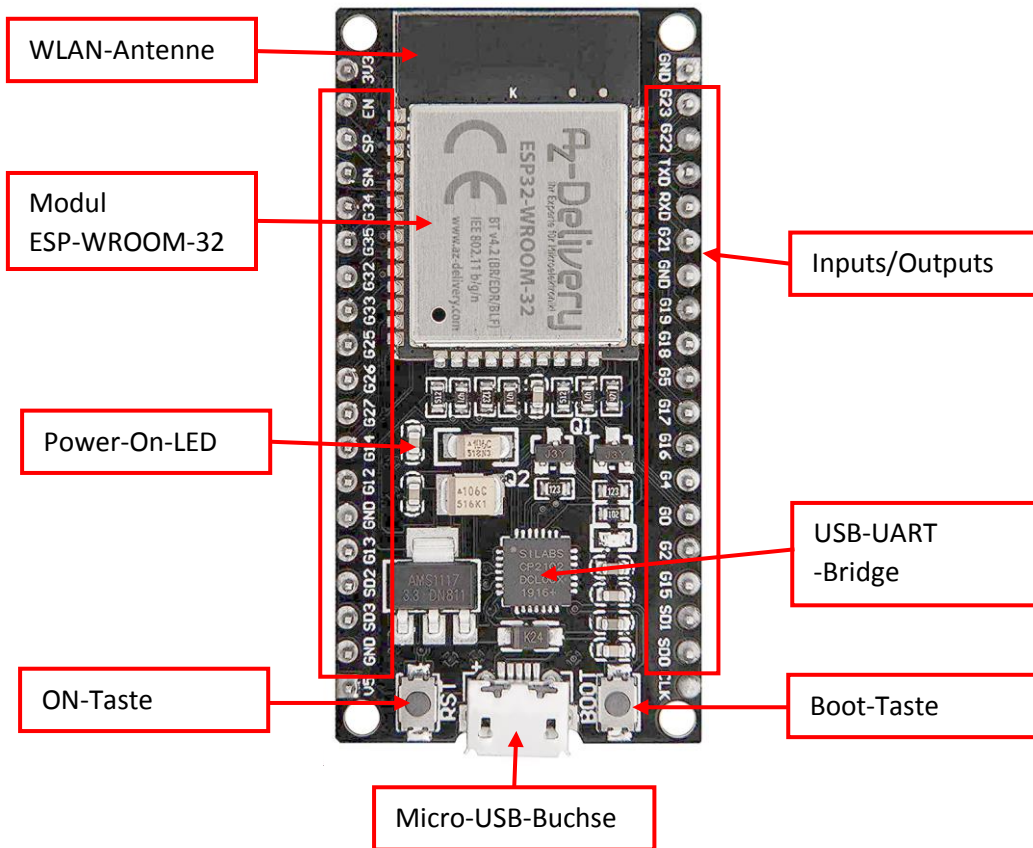


Was bedeutet das für den **Anwendungsentwickler**?

Das Development Kit ist – ähnlich wie die Sensoren und die Visualisierungselemente – ein fertiges käufliches Bauelement. Der Anwendungsentwickler muss sich mit der Hierarchie des Prozessor-Aufbaus nicht beschäftigen, er betrachtet den ESP32 als ein Ganzes. Wir werden auch im Folgenden nur über den ESP32-Prozessor reden und darunter die ganze Hierarchie des Development Kits meinen.

Welche Komponenten befinden sich eigentlich auf dem Entwicklungsbord neben dem ESP32-Modul?

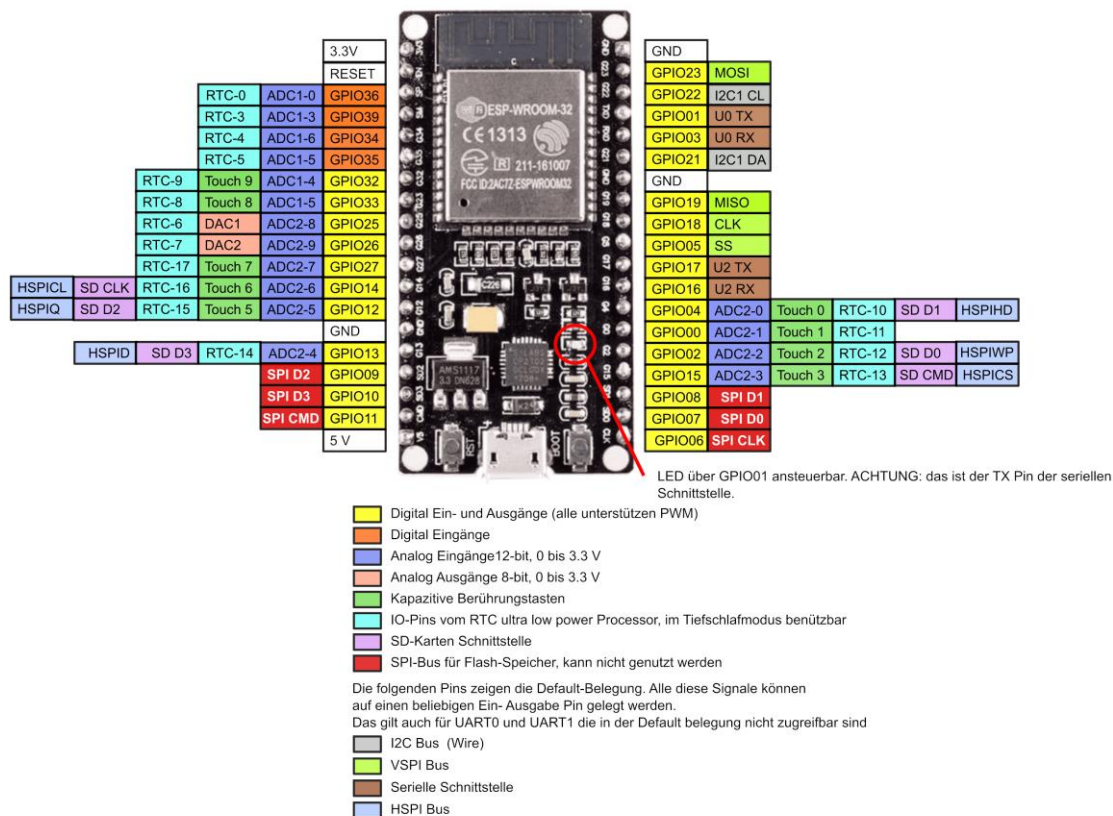
Das zeigt die nächste Abbildung:



AZ-Delivery Dev Kit C [Quelle: AZ-Delivery]

Der ESP32-Prozessor ist eigentlich viel mächtiger und bietet viel mehr Eigenschaften an, als in dem CO₂-Projekt Anwendung findet. Die Input-/Output-Pins haben dazu auch mehrfache Bedeutung, siehe folgendes Bild.

ESP32 NodeMCU Anschlussbelegung



Pinout AZ-Delivery Dev Kit C [AZ-Delivery Blog]

Die Auswahl der Signale, die man tatsächlich braucht, lässt sich programmieren.

Was ist also die Aufgabe eines Anwendungsentwicklers?

Er – oder sie – muss die geeigneten Bauelemente auswählen, die Platine für die Anwendung entwerfen und fertigen und den Prozessor auf dem Development Kit programmieren. Es gibt Handbücher über das Development Kit mit dem ESP32-Prozessor, in den die Signalbelegung und die logischen zu programmierenden Strukturen erklärt werden. Davon muss sie oder er sich mindestens die Kenntnisse aneignen, die seine konkrete Anwendung betreffen. Dann müssen natürlich auch die Formen der Signale beherrscht werden, die die Ein- und Ausgänge mit dem Prozessor verbinden sowie dessen zeitliche Eigenschaften.

Im Rahmen des Schulprojektes sind aber auch diese Kenntnisse noch nicht verlangt. Lehrerinnen und Lehrer können mit Euch besprechen, wie tief Ihr in die Problematik einsteigen sollt. Während des Projektes erhaltet Ihr auch jederzeit Unterstützung von uns – den Professorinnen und Professoren und Mitarbeitenden des Studiengangs **Elektrotechnik in Anwendung – ELAN** - der Hochschule Furtwangen.

Falls Ihr diese Themen interessant findet und selbst noch vertiefen wollt, dann freuen wir uns, Euch als Studenten des Studiengangs **Elektrotechnik in Anwendung** willkommen heißen zu dürfen. Unser Studiengang ist - anders als die Elektrotechnik an anderen Hochschulen – speziell auf **Anwendungen** orientiert. Unser Motto ist „nur mit den notwendigsten theoretischen Grundlagen möglichst schnell in die spannende Praxis“!