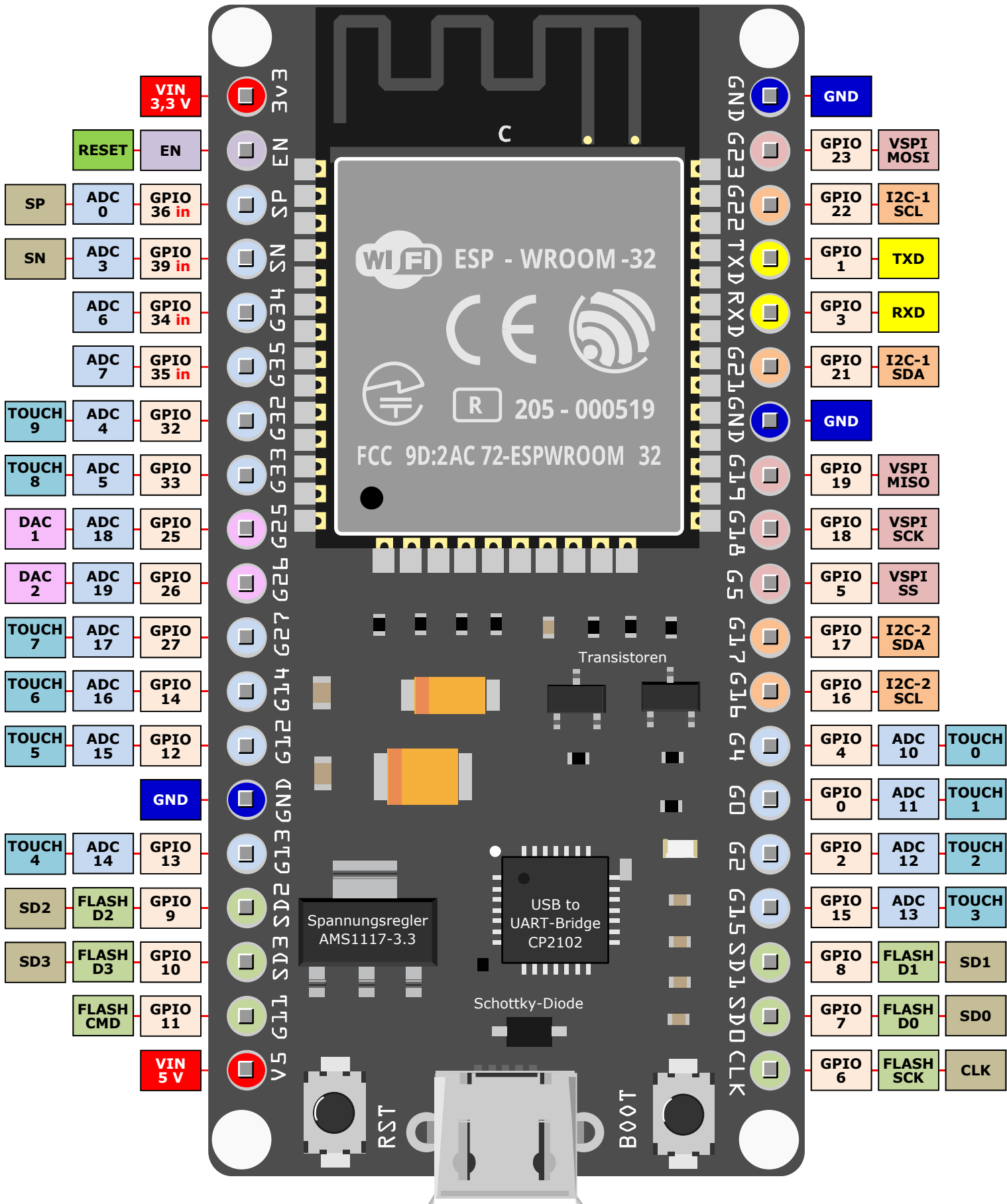
	Anschlussbelegung ESP32 Mikrocontroller und Features			Datum:
				Klasse: FST
				Name:
BBS2-WOB	G. Klähn	Stand: 10.11.22	SJ 2022/2023	



Features

- Betriebsspannung 3,3V (Spezifikation im Datenblatt: 2,3V bis 3,6V)
- Energiesparender Low-Power-Modus (DeepSleep) → für Batteriebetrieb
- 32 Bit RISC-CPU: Dual-Core Mikrocontroller Tensilica Xtensa LX6 (zwei 32 Bit-Prozessorkerne)
- Interner Systemtakt: 8 MHz (RC-Oszillator)
- Externer Systemtakt: 160 MHz bis 240 MHz
- 520 KB SRAM Arbeitsspeicher – für Daten und Befehle
- 448 KB ROM Programmspeicher – zum Booten und für Kernfunktionen
- 8 KB SRAM im RTC für Daten (RTC-FAST-Memory); sie werden von der CPU während des RTC-Boot aus dem Tiefschlaf gelesen
- 8 KB SRAM im RTC für Daten (RTC-SLOW-Memory); sie werden vom Co-prozessor während des Tiefschlafs genutzt
- Es werden 4 · 16 MB externer Speicher unterstützt
- 34 universelle Ein- und Ausgänge (GPIOs → **General Purpose Input/Output**) – durch Programmierung als analoge oder digitale Ein- und Ausgänge verwendbar (**purpose** = *Verwendungszweck*)
- GPIOs-Anschlüsse sind in Anhängigkeit des Verwendungszweckes mit mehreren Funktionen belegt
- Interne Pull-down und Pull-up-Widerstände (zum Erzeugen definierter logischer Zustände)
- Verarbeitung von bis zu 10 unterschiedlichen kapazitiven Touch-Sensoren
- Interne 2,4 GHz-Sende- und Empfangsbausteine für WLAN- und Bluetooth-Kommunikation (WLAN IEEE 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 und Low Energy)
- 8 Impulzzähler (können Interrupts auslösen)
- 5 Universal-Timer mit 64 Bit (können Interrupts auslösen)
- 3 Watchdog-Timer¹ (können Interrupts, Core-Resets oder CPU-Resets auslösen)
- 2 (ungenau und nichtlineare) 12 Bit-Analog / Digital-Wandler (ADC) mit 18 Kanälen² (Für die Messung kleiner Analogspannungen können einige der Eingänge als programmierbare Verstärker konfiguriert werden)
- 2 (lineare aber etwas ungenaue) 8 Bit-Digital-Analog-Wandler (DAC)
- 3 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)
- 3 periphere SPI-Schnittstellen (SPI1, HSPI und VSPI), nutzbar im Master- oder Slave-Modus
- 2 I²C-Bus-Schnittstellen, nutzbar im Master- oder Slave-Modus
- CAN-Schnittstelle³
- Pulsweitenmodulation (PWM) für die Leistungsregelung von Motoren, LEDs etc. (1 Hardware-PWM-Modul und 16 Software-PWM-Module)
- Hall-Sensor für die Messung von Magnetfeldschwankungen
- Interner Temperatursensor für einen Messbereich von –40 bis 125 Grad (entfällt bei neueren Modellen)
- integrierte Crypto-Einheit um die Kryptographie-Operationen zu beschleunigen

¹ Ein Watchdog ist eine Schaltung (extern oder im Mikrocontroller integriert), die bei einem Programmabsturz einen Reset auslöst und damit zu einem Neustart des Microcontrollers führt, damit er seine Aufgabe wieder erledigen kann.

² Über Mittelung oder ext. Kapazität und einer Annäherung mit Geraden korrigierbar.

³ CAN ist ein standardisiertes Bussystem, das häufig in Anwendungen der Automatisierungstechnik zum Einsatz kommt. Autohersteller und ihre Zulieferer nutzen CAN für die Kommunikation verschiedener Steuereinheiten.

Anmerkungen

- Der zweite I²C-Bus (GPIO16 und GPIO17) funktioniert auf Anhieb nicht, da in der Grundeinstellung (default) nur die Ausgänge GPIO21 und GPIO22 des ersten I²C-Bus aktiviert sind. Die I²C-Busse werden über die Wire.h Bibliothek angesteuert. Möchte man die zweite I²C-Bus-Schnittstelle nutzen, muss dies über die Angabe des Daten- und Clock-Pins im Befehl `Wire.begin(SDA, SCL)` angegeben werden.

```
/* Aktivierung der ersten I2C-Schnittstelle */  
Wire.begin(); // Die default-Werte sind hier SDA=21 und SCL=22  
Wire.begin(21, 22); // Alternative Schreibweise
```

```
/* Aktivierung der zweiten I2C-Schnittstelle */  
Wire.begin(17, 16); // Für Aktivierung ist Pin-Angabe erforderlich!
```

- Für die autarke Stromversorgung des ESP32 eignet sich die preiswerte Photo-Lithium-Zelle vom Typ **CR123**, wenn alle angeschlossenen Hardware-Komponenten im Spannungsbereich 2,5V bis 3V problemlos betrieben werden können. Sie besitzt eine relativ große Ladungsmenge von 1400 mAh und verträgt problemlos hohe Stromspitzen, die z. B. bei aktivierter WLAN-Datenverbindung mit ca. 400 mA auftreten können, ohne dass die Zellenspannung einbricht. Bei anderen Zellen- oder Batterietypen besteht die große Gefahr, dass diese Stromimpulse eine impulsartige starke Verringerung der Batteriespannung und somit einen „Absturz“ des Mikrocontrollers verursachen.
Um die Laufzeit mit dieser Zelle zu erhöhen, sollte – wann immer es möglich ist – der ESP32 zwischenzeitlich in den energiesparenden Low-Power-Modus geschaltet werden.
Benötigen Hardware-Komponenten (wie z. B. Antriebsmotoren) Spannungen von 5V oder höher, muss neben der Photo-Lithium-Zelle CR123 eine zweite geeignete Batterie eingesetzt werden. Dabei ist stets darauf zu achten, dass die Energieverluste beim gewählten Batterietyp möglichst klein bleiben.
- Der 5V-Anschluss ist mit der USB-Buchse direkt verbunden und speist neben dem LDO-Spannungsregler (3,3V, max. Eingangsspannung 15V) auf dem Board auch den BUS der USB to UART-Bridge. Man darf an diesen Spannungsanschluss keine größere Spannung anlegen, weil dann die Bridge zerstört wird (zulässige Busspannung: 4 bis 5,25V). Die Bridge wird für das Aufspielen des aktuellen Programms bzw. für den Datenaustausch bei Nutzung des seriellen Monitors in der Arduino-IDE benötigt.
- Der ESP32 besitzt zwei 12 Bit Analog-Digitalwandler mit mehreren Kanälen. Der ADC_1 bietet 8 Kanäle und der ADC_2 stellt 10 Kanäle zur Verfügung. **Wichtig: Ist die Wi-Fi-Funktion aktiviert, kann der ADC_2 nicht verwendet werden.** Es muss dann auf die Kanäle des ADC_1 ausgewichen werden.