

Welcher Mikrocontroller passt zu meinem Projekt?

Bevor Sie ein neues Projekt starten, lohnt es sich, kurz innezuhalten und zu überlegen, mit welchem Mikrocontroller Sie am besten zum Ziel kommen. Neue Wege zu gehen und nicht zum altgewohnten Liebling zu greifen, bringt vielleicht nicht nur Vorteile, sondern öffnet neue Möglichkeiten.



Das Angebot an Mikrocontrollern und Entwicklungsboards hat sich in den letzten etwa zehn Jahren gewaltig vergrößert. Inzwischen ist es fast unmöglich, alle Möglichkeiten zu kennen und den Überblick zu behalten. Die zunehmende Freude am Basteln mit Elektronik und Programmieren sorgt nicht nur für eine Vielzahl an Optionen, sondern auch die Preise sind extrem gesunken, so dass schon für wenige Euros leistungsfähige Prozessoren auf kleinen Boards erhältlich sind.

Da stellt sich schnell die Frage: Welches ist eigentlich der beste Controller? Die Antwort mag ernüchternd sein: Keiner ist es. Es gibt einfach nicht das eine Modell, welches für jeden Anwender und jede Aufgabe optimal ist. Vielmehr ist es Teil der Projektplanung, sich Gedanken zu machen, welche Anforderungen gestellt werden und womit diese im Rahmen der eigenen Möglichkeiten am besten zu lösen sind.

In der Regel werden Sie gar nicht direkt einen Mikrocontroller benutzen, sondern ein Entwicklungsboard, auf dem der Mikrocontroller sitzt und das über weitere Bauteile verfügt, so dass Sie das Board in Betrieb nehmen können und an die Pins des Mikro-

Eine Auswahl an Entwicklungsboards und Einplatinenrechnern, die Sie nutzen können.

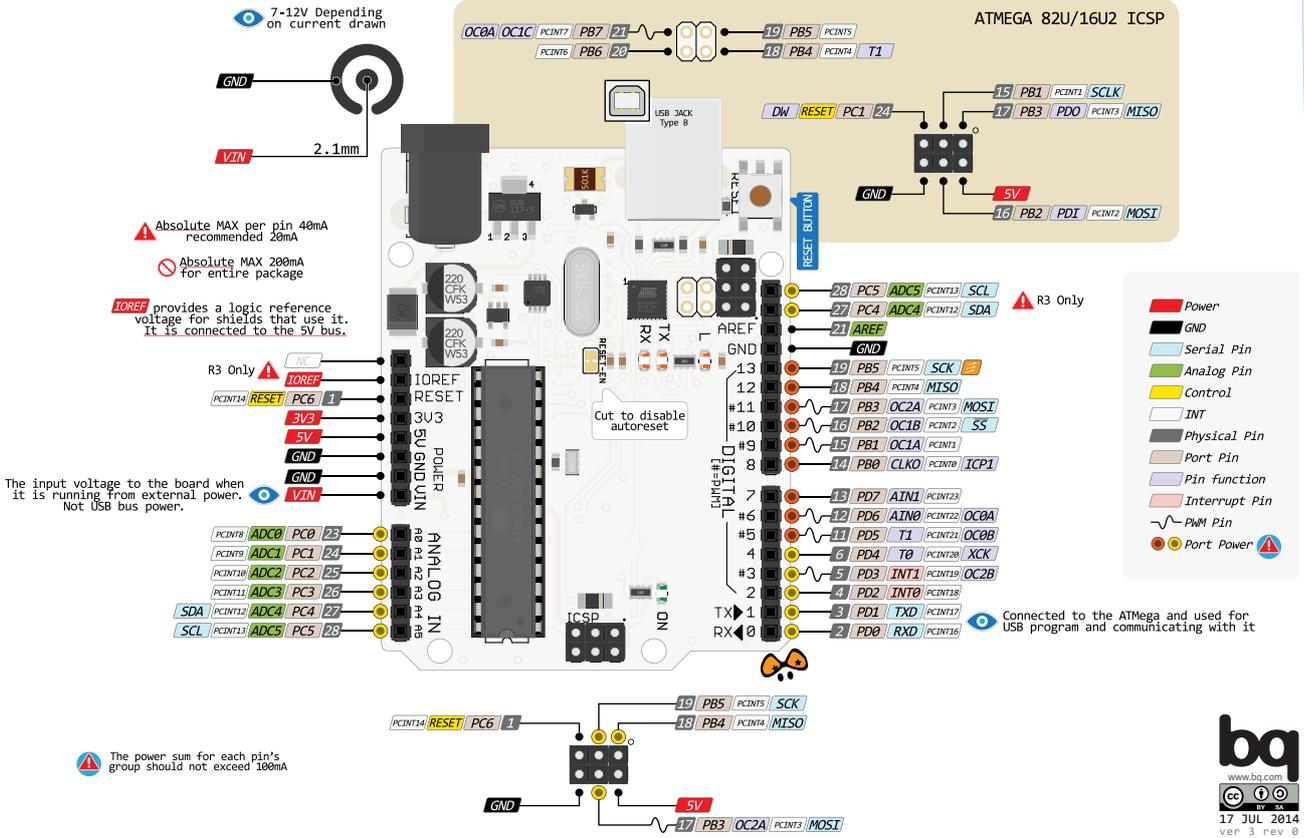
controllers zum Beispiel über Stiftleisten Erweiterungen anschließen können.

Eine Kriterien zur Auswahl können sein:

- Preis und Verfügbarkeit
- Größe des Boards
- Leistungsdaten des Prozessors (Geschwindigkeit, Speicher usw.)
- Anzahl der I/O-Pins und Verfügbarkeit von Schnittstellen
- Versorgungsspannung (meistens 3,3 V oder 5 V) und Stromaufnahme
- Unterstützung für Programmiersprachen und Entwicklungsumgebungen
- Weitere Funktionen wie WLAN, Bluetooth, Ethernet, Monitor usw.



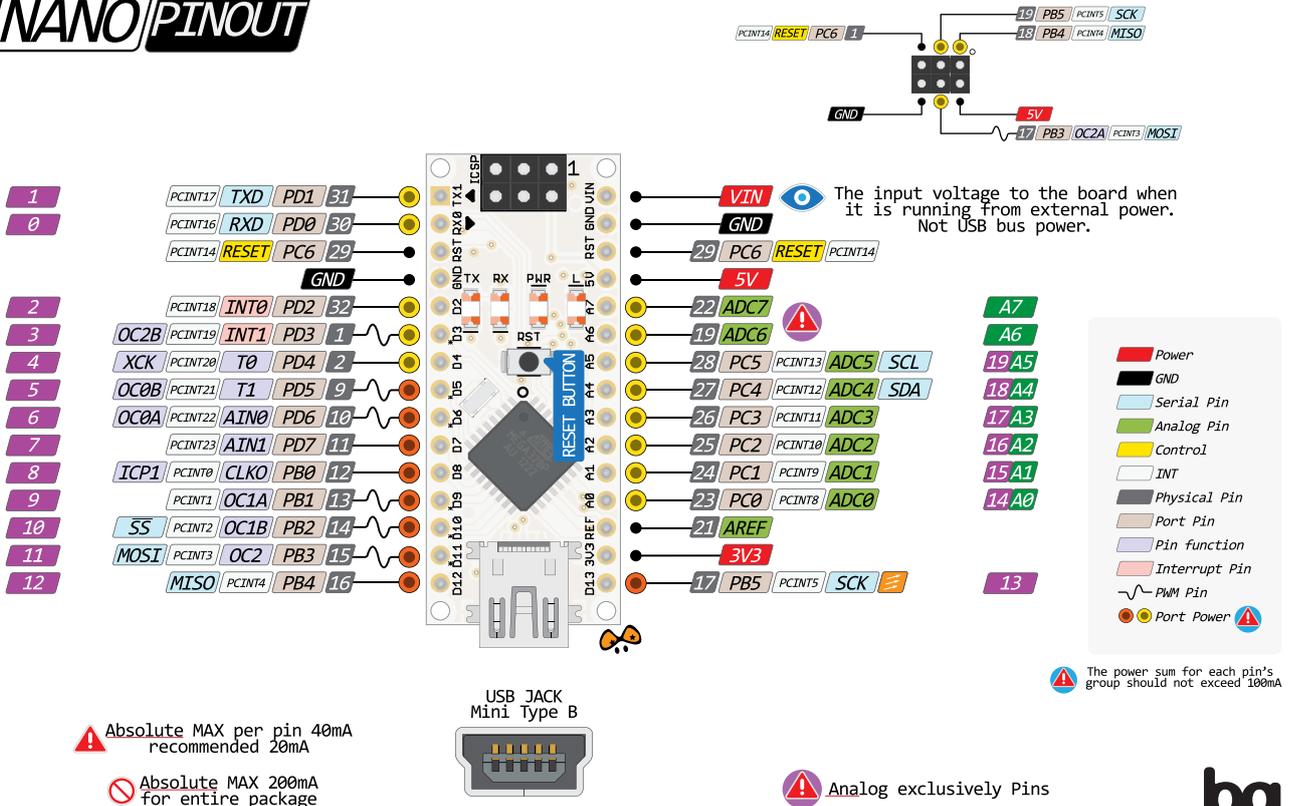
UNO PINOUT



Pinout Arduino Uno.



NANO PINOUT



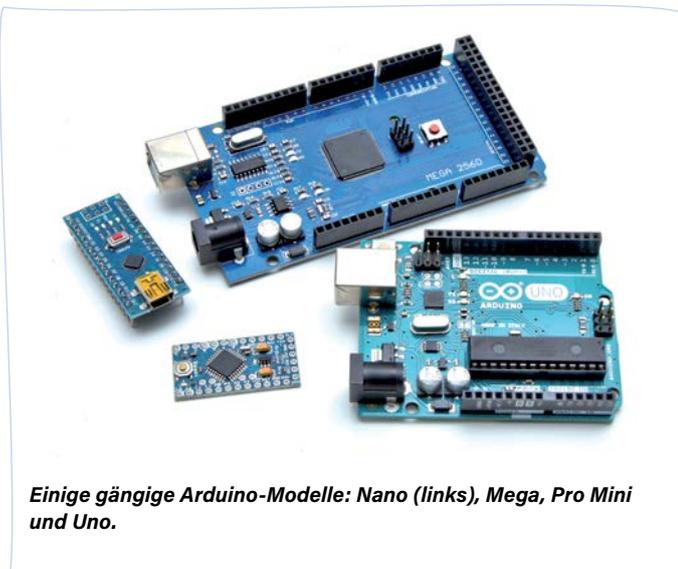
Pinout Arduino Nano.



An dieser Stelle kann aus Platzgründen keine vollständige und ausführliche Übersicht erfolgen aber die wichtigsten Boards sollen kurz vorgestellt werden, um Ihnen einen Überblick zu verschaffen und eventuell neues zu entdecken.

ARDUINO

Die Maker-Bewegung, bei der es darum geht, selbst eigene Projekte zu realisieren (wobei es nicht nur um Elektronik, sondern um jedwedenes Basteln geht), begann zu boomen, als der Arduino Uno auf den Markt kam. Das etwa Checkkartengroße Board mit ATmega168 begeistert noch heute durch die einfache Inbetriebnahme und einsteigerfreundliche Entwicklungsumgebung.



Einige gängige Arduino-Modelle: Nano (links), Mega, Pro Mini und Uno.

Die Familie bekam reichlich Nachwuchs und so gibt es inzwischen deutlich kleinere Modelle mit ähnlicher Leistung aber teilweise weniger Anschlüssen und große Boards mit mehr Speicherplatz und mehr I/O-Pins. Arduino als Hersteller probiert sich auch immer wieder an exotischen Spezialboards mit ausgefeilten Möglichkeiten, die sich aber nur vereinzelt etablieren konnten und auch eher für industrielle Anwender konzipiert wurden. Neben den originalen Boards gibt es auch Nachbauten (meistens von chinesischen Herstellern), die deutlich günstiger sind und genauso gut sind, bei denen aber das Arduino-Projekt nicht finanziell unterstützt wird.

ELEKTOR SPECIAL

Wenn Sie noch keine Erfahrung mit dem Arduino gesammelt haben, dann ist das Elektor Special *Einstieg in die Elektronik mit Arduino* genau das richtige. Dort erfahren Sie alles über die ersten Schritte mit dem Arduino bis hin zu Beispielprojekten, um Grundlagen im Bereich Elektronik zu sammeln.

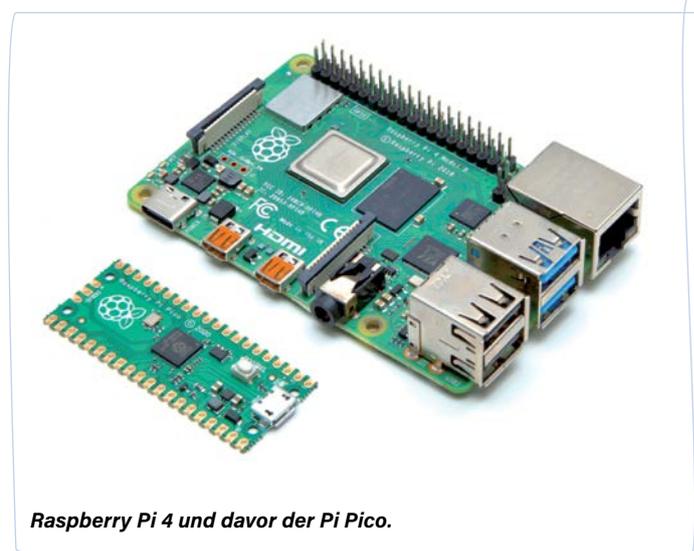
Modell	Merkmal	Preis, ca. €
Uno Rev. 3	Standard-Modell	6,00 – 20,00
Nano	Wie Uno aber kleiner	3,00 – 20,00
Pro Mini	Kein USB, Programmierung über Adapter Als 3,3 V und 5 V Version erhältlich	3,50 – 8,00
Mega 2560	Größerer Mikrocontroller und mehr I/O	13,00 – 35,00

Die meisten Arduinos werden mit 5 V betrieben und bieten eine USB-Buchse zur Spannungsversorgung und Übertragung der Programmdatei. Der Uno verfügt über 14 I/O-Pins, wobei an einigen ein PWM-Signal ausgegeben werden kann. Zusätzlich gibt es sechs analoge Eingänge, die alternativ auch als digitale I/Os nutzbar sind.

Ein Stolperstein bei der Programmübertragung kann die Version des Bootloaders im Arduino Nano auf Basis des ATmega328 sein: Es gibt Modelle mit altem und mit neuem Bootloader. Der neue spart Speicherplatz, wird aber mit einer anderen Datenrate genutzt. In der Arduino-IDE müssen Sie deshalb bei **WERKZEUGE|PROCESSOR...** den passenden Eintrag wählen. Sind Sie sich nicht sicher, dann probieren Sie es einfach aus.

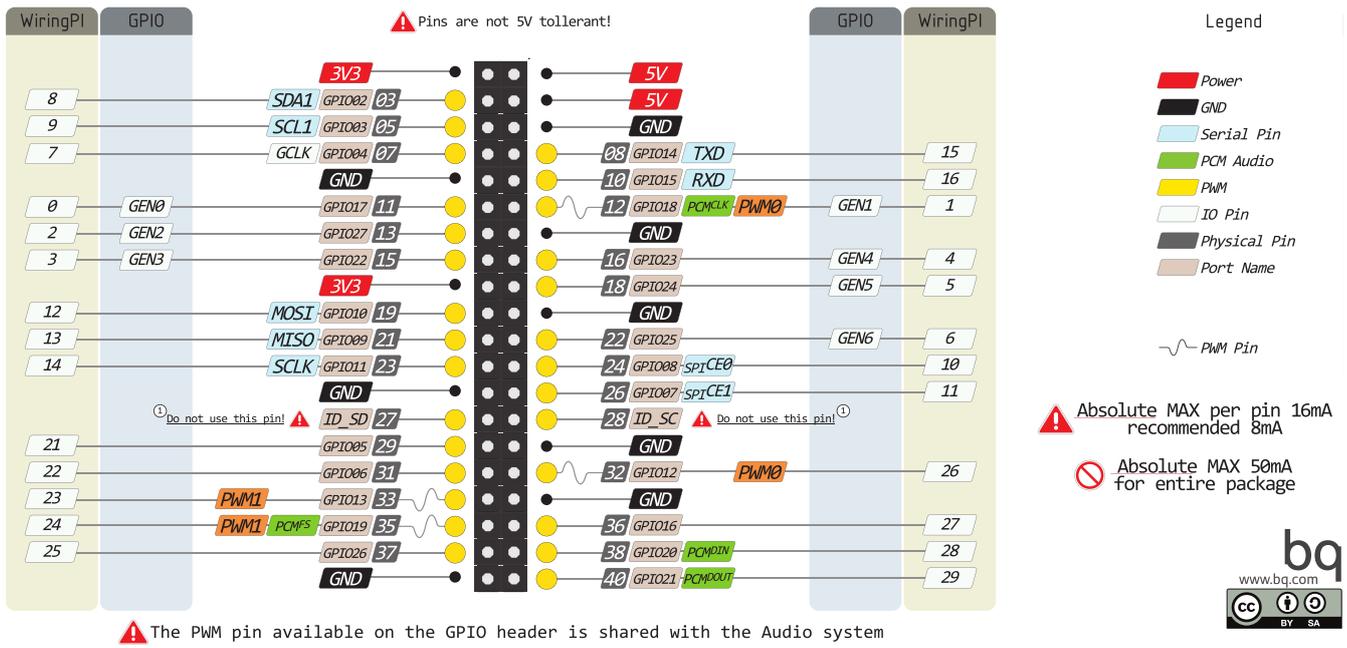
RASPBERRY PI

Die Raspi-Familie unterscheidet sich gravierend von allen anderen hier gezeigten Boards: Bis auf eine Ausnahme handelt es sich um ein vollständig anderes Konzept, da es sich um einen vollwertigen Einplatinencomputer handelt. Die ursprünglichen Raspberry Pi Modelle 2, 3 und 4 (etwa 40 Euro in der Version mit 1 MB) bieten auf einer Platine, die in etwa so groß ist wie eine Zigarettenschachtel, alles, was ein vollständiger Computer benötigt: USB, Monitoranschluss, Ethernet sowie Bluetooth und WLAN (ab Version 3) etc. Auf einer microSD-Speicherkarte wird ein Unix-basiertes Betriebssystem installiert, von dem das System bootet. Inzwischen gibt es schon Notebooks auf Basis des Raspi, die sich gut für die Ausbildung und den Schulunterricht eignen, da auf dem günstigen System sowohl Grundlagen in der Programmierung als auch der Elektronik gelehrt werden können.



Raspberry Pi 4 und davor der Pi Pico.

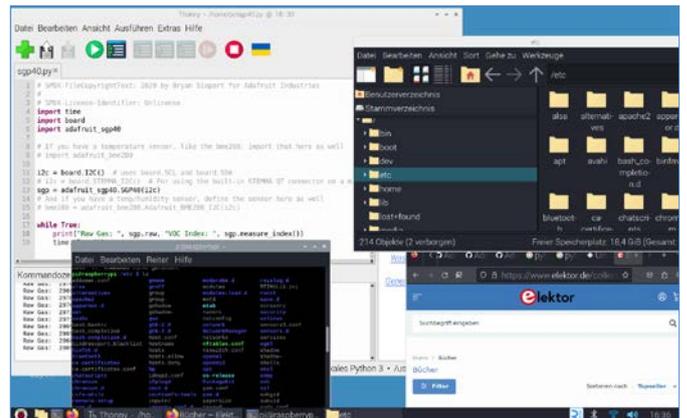




Pinout der Stiftleiste des Raspberry Pi.

Über eine 2x20-polige Stiftleiste stehen zahlreiche GPIOs (General Purpose Input/Output) zur Verfügung, die mit 3,3 V Pegel arbeiten. Auch wenn prinzipiell jede Programmiersprache auf dem System genutzt werden kann, erfreut sich Python einer großen Beliebtheit. Ein Vorteil des Systems ist, dass Ein- und Ausgaben direkt auf einem angeschlossenen Bildschirm in der grafischen Benutzeroberfläche von Unix stattfinden können. Zu den Nachteilen gehört, dass es sich um kein Echtzeitsystem handelt, was bei zeitkritischer Interaktion mit externen Bauteilen problematisch sein kann.

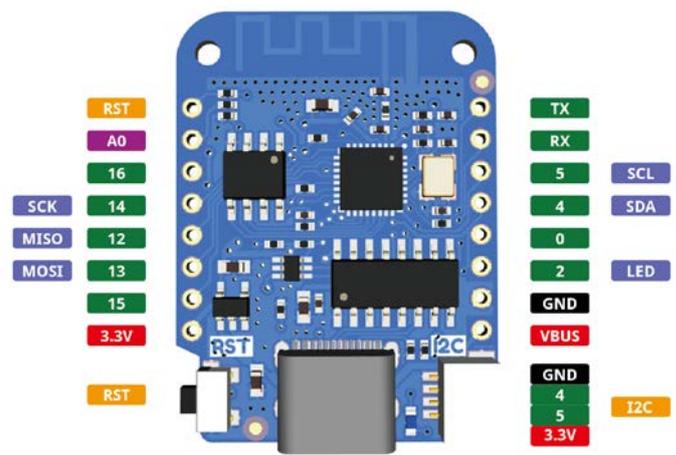
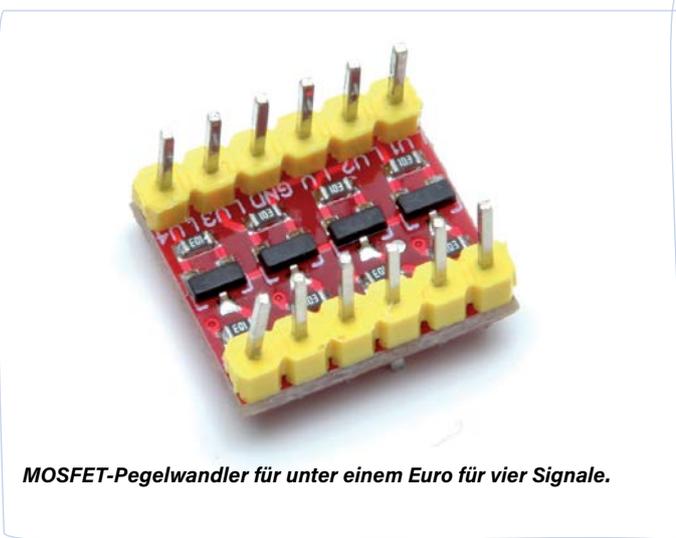
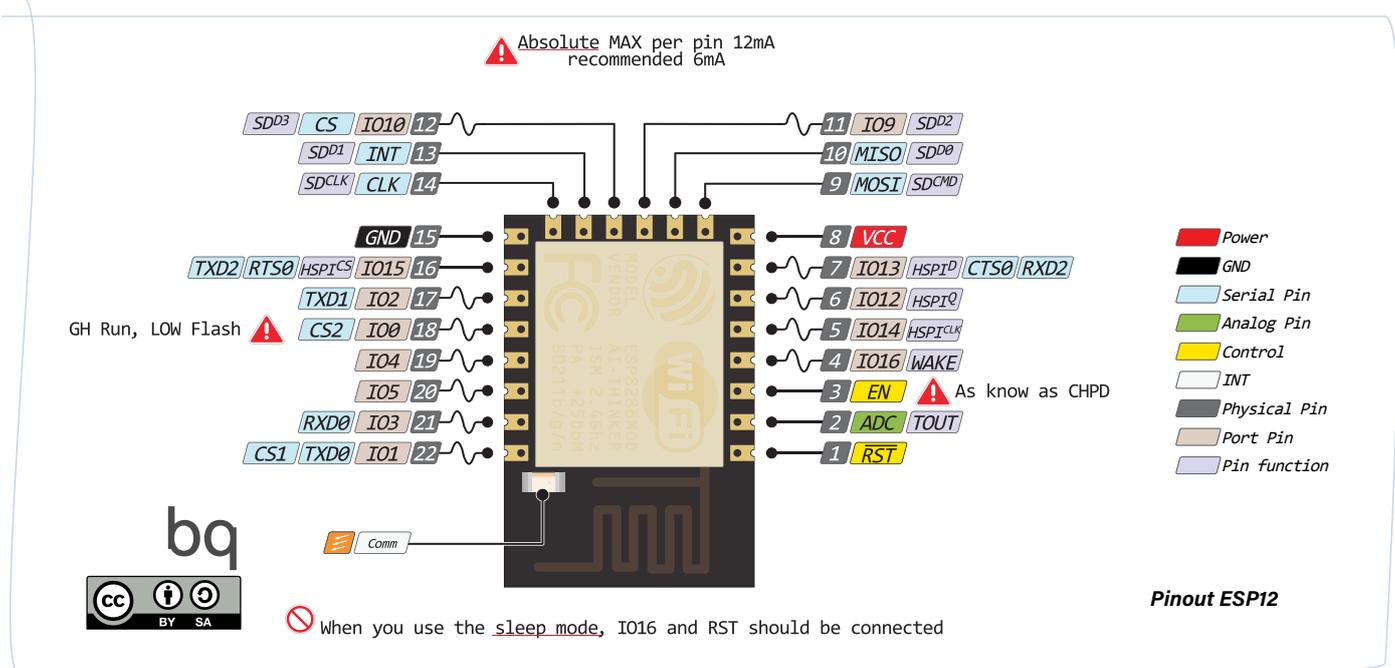
Um mit dem Raspberry Pi zu arbeiten, wird es in den meisten Fällen notwendig sein, zuerst ein Betriebssystem auf einer SD-Karte zu installieren. Der Hersteller bietet dazu verschiedene Versionen eines Linux-Derivates, das inzwischen Raspberry Pi OS heißt (ehemals Raspbian), mit unterschiedlichem Umfang an – den meisten Komfort haben Sie, wenn Sie die Desktop-Variante mit der empfohlenen vorinstallierten Software benutzen (<https://www.raspberrypi.com/software/>). Diese wird unter Windows heruntergeladen und auf die SD-Karte kopiert, um dann im Raspi eingesetzt diesen zu booten. Die Beispiele hier im Heft werden mit Python erstellt. Dazu installieren Sie manuell Python und den Editor Thonny, wenn Sie nicht die Betriebssystemversion mit Standardsoftware benutzen.



Das Betriebssystem des Raspberry bietet alles, was Sie benötigen: Dateimanager, Browser, Shell und eine Python-DIE.

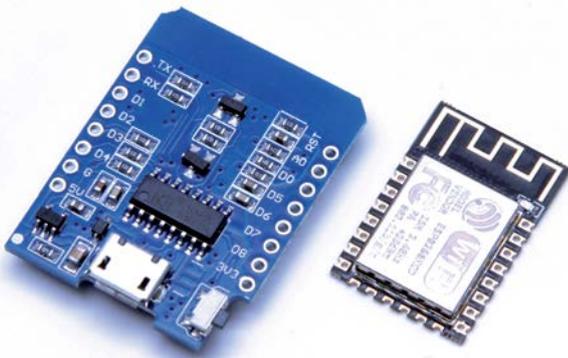
An den Raspi schließen Sie einen Monitor an, wozu Sie ggf. ein passendes Adapterkabel benötigen, weil die neuen Modelle die etwas untypische micro-HDMI-Buchse nutzen. Für die Stromversorgung benötigen Sie ein leistungsstarkes USB-Netzteil (mind. 3 A). Tastatur und Maus werden wie gewohnt über USB verbunden. Weitere Infos finden Sie unter <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html>.

Eine Ausnahme bildet der Raspberry Pi Pico (ca. 5 Euro). Hierbei handelt es sich nicht um einen vollständigen Kleinstcomputer mit Betriebssystem, sondern um ein Mikrocontrollerboard im Arduino-Nano-Format. Der Pi Pico kann in MicroPython oder C programmiert werden. MicroPython ist eine Laufzeitumgebung, die direkt auf dem Mikrocontroller läuft und den Python-Code interpretiert und ausführt. Zahlreiche Standardbibliotheken erleichtern den Zugriff auf die Hardware. Die Version Pico W (ca. 7 €) besitzt zusätzlich ein WLAN-Modul.



Auf dem ESP8266 basiert auch der ESP12 (etwa 4 €), der 22 Anschlüsse mit immerhin elf frei nutzbaren GOIPs bietet. Die Stiftleiste ist aber im Raster von 2 mm ausgeführt und nicht wie üblich 2,54 mm — passt also nicht auf ein Breadboard — und einige der Kontakte sind nur als Halbloch-Kantenkontakte ausgeführt. Wie bei allen Modellen wird er über eine serielle Verbindung programmiert. Da die Spannung der Pegel nur 3,3 V betragen darf, ist ein geeigneter USB-Seriell-Adapter erforderlich, der einen virtuellen COM-Port auf dem PC einrichtet.

Komfortabler wird es mit Boards, die bereits einen USB-Adapter integriert haben. So zum Beispiel der Lolin Wemos D1 mini (etwa 10 Euro). Auf den preiswerten Nachbauten befindet sich auf der einen Platinnenseite der ESP12 in einer Metallkapselung und auf der anderen Seite der USB-Seriell-Chip — meistens vom Typ CHC340. Die Metallbox und die zweiseitige Bestückung unterscheiden die Nachbauten vom Original, bei denen der ESP direkt als Chip aufgelötet ist. Die Boards kosten ähnlich viel, wie der reine ESP12 erleichtern aber die Handhabung, weil keine Verdrahtung zum Programmieren notwendig ist und der Mikrocontroller über den USB-Port mit Spannung versorgt werden kann. Benutzen Sie die Arduino-IDE, wählen Sie als Board den Eintrag **LOLIN(WEMOS) D1 R2 & MINI**.



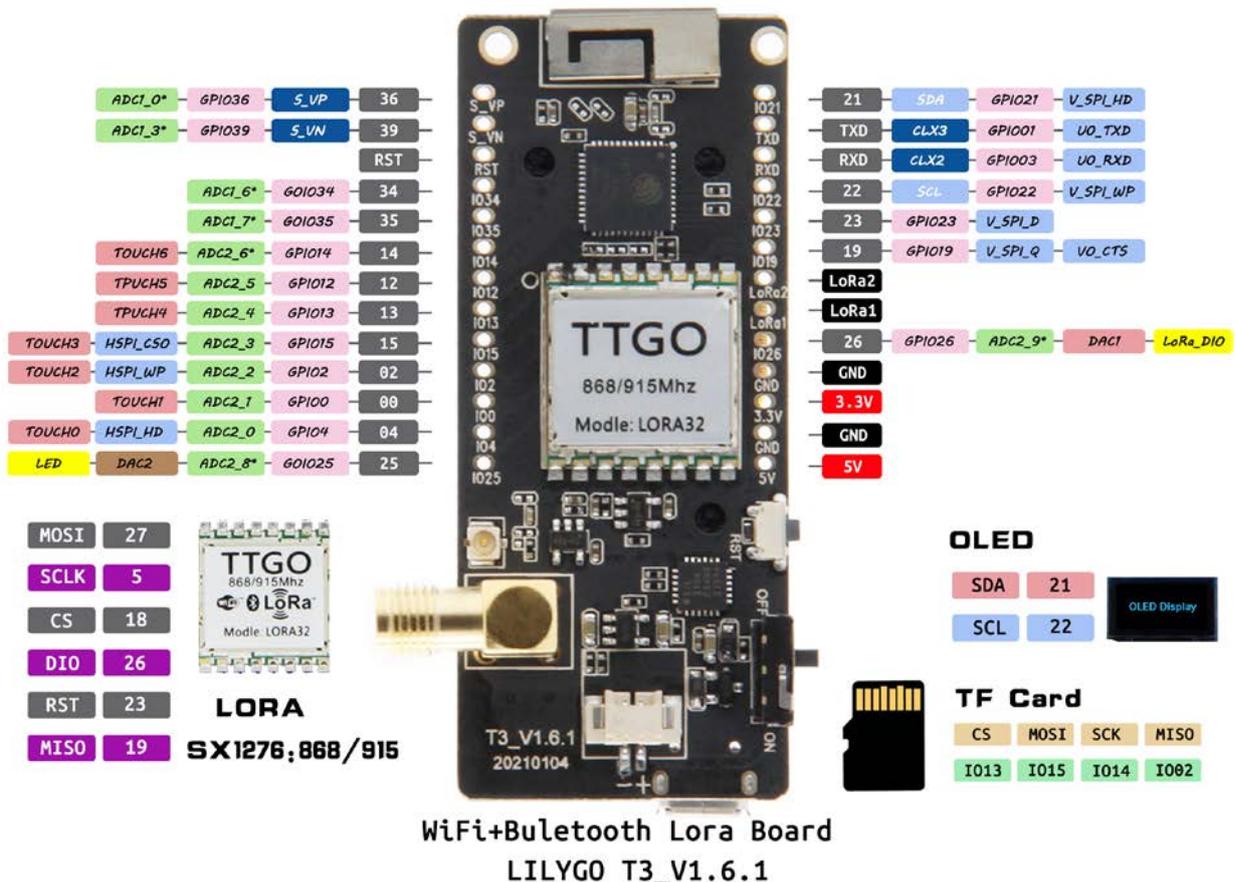
Nachbau eines D1 mini bei dem sich auf der anderen Platinenseite das daneben liegende ESP12-Modul befindet

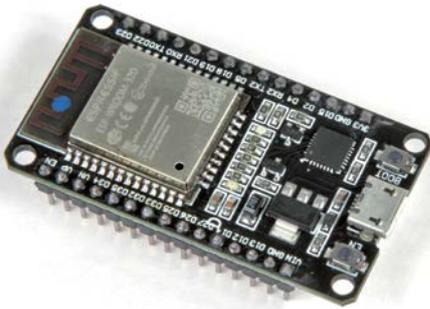
Noch mehr Leistung erhalten Sie mit dem ESP32. Nicht nur in Form einer schnelleren CPU mit mehr Speicher, sondern vor allem durch eine Vielzahl an I/O-Pins und durch Bluetooth: classic und Low Energy (BLE). Die Prozessoren werden für Endanwender meistens als kleine Module mit einer Metallkapselung unter Bezeichnungen wie *ESP-WROOM* angeboten, bei der gleich extern 4 MB Flash integriert sind. Auf diesen Prozessoren installieren viele Anwender das Betriebssystem NodeMCU und nutzen die einfache Skriptsprache Lua, um WLAN-Anwendungen zu implementieren, die einfach auf die Hardware des Mikrocontrollers zugreifen können. Die Angebote in den Onlineshops bezeichnen das gängige Entwicklerboard (etwa 10 Euro) deshalb gerne als *WROOM32 NodeMCU* – es kann aber auch ohne NodeMCU betrieben werden, welches in der Regel sowieso erst installiert werden muss. Bei Problemen ein neues Programm aufzuspielen, kann es helfen, das Board zurückzusetzen, in dem Sie die Taste *Boot* gedrückt halten und zusätzlich kurz *Enable* drücken. Halten Sie *Boot* weiterhin gedrückt und starten Sie den Kompilierungsvorgang. Sobald "Connecting..." erscheint, lassen Sie auch *Boot* los.

USB-PROBLEME

Bei der Übertragung des Programms von der Arduino-IDE auf den D1 kann es immer wieder mal zu Verbindungsproblemen kommen – vor allem, wenn Sie I/O-Pins benutzen, die den Bootvorgang blockieren (siehe oben: Empfehlung der Webseiten zum ESP). Oft hilft es, wenn Sie die USB-Verbindung dann kurz trennen, bevor Sie es erneut mit der Übertragung probieren.

Pinout TTGO LoRa32-Modul in Version 1.6.1 mit kombinierter Bluetooth/WLAN-Antenne in Chipform am oberen Rand und einem SMA-Schraubanschluss für die externe LoRa-Antenne, Quelle: www.lilygo.cc.





Der ESP32 WROOM nutzt eine gemeinsame Leiterplattenantenne für WLAN und Bluetooth.

IMMER MIT ANTENNE

Es ist vom Autor nicht verifiziert aber laut Berichten im Internet kann es vorkommen, dass der Antennenverstärker auf dem Board überlastet wird, wenn keine Antenne angeschlossen ist. Nehmen Sie deshalb sicherheitshalber das Modul nur in Betrieb, wenn zumindest die kleine mitgelieferte Stummelantenne angeschraubt ist.

Die Entwicklungsboards bieten die Möglichkeit, per USB oder über einen Lithium Polymer Akku (LiPo) versorgt zu werden, wobei der interne Laderegler den Akku aufladen kann, wenn das Modul über USB angeschlossen ist.

LILYGO TTGO LORA32

Vom Hersteller LilyGo gibt es spezielle Boards auf Basis des ESP32 zur Entwicklung von Anwendungen für das Internet of Things (IoT). Die Besonderheit der TTGO LoRa32-Modelle ist das SX1278 LoRaWAN-Modul und das kleine 0,96 Zoll Schwarz-Weiß-Display. Mit LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) können kleine Datenpakete über eine sehr große Distanz übertragen werden, die dann über ein Gateway ins Internet weitergeleitet werden. Beim Kauf des Boards ist genau auf die Versionsnummer zu achten, da die Anordnung der I/O-Pins zwischen den Typen wechselt. Hier im Heft wird die Version T3 1.6.1 benutzt, die etwa 35 Euro kostet.

Auf den Boards befinden sich zudem unterschiedliche Anschlüsse für die LoRa-Antenne: teilweise als robuster SMA-Schraubkontakt, IPX-Stecker oder auch nur ein Lötanschluss für eine Drahtantenne. In unterschiedlichen Ländern wie USA und Europa steht ein anderes Frequenzband für LoRa-Anwendungen zur Verfügung. Je nach Einsatzort müssen Sie genau prüfen, welches Band erlaubt ist, um keine Störungen mit anderen Geräten zu verursachen oder gar eine Strafe zu riskieren. In Europa kommt das Band 868/915 MHz zum Einsatz.



Auf der einen Seite der Platine des TTGO LoRa32 befindet sich das Display und sogar ein verkürzter Steckplatz für microSD-Speicherkarten.