

MIKROKONTROLLER & I²C BUS



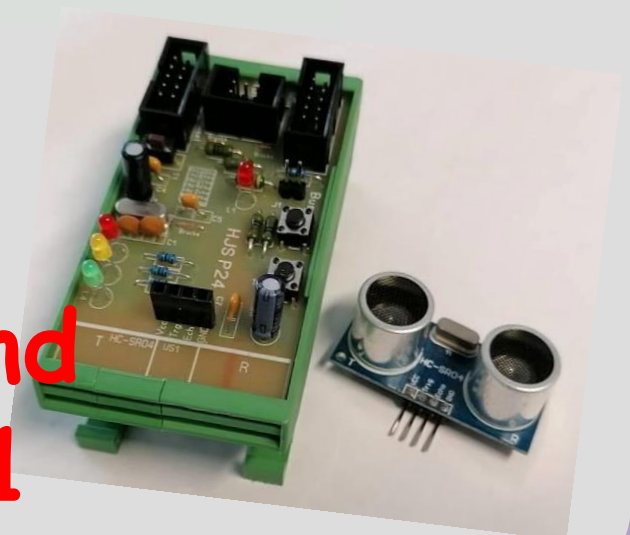
by AS

www.boxtec.ch

playground.boxtec.ch/doku.php/tutorial

Entfernungsmessung mit
Ultraschall und dem Attiny 841
Teil 1 - Hardware 1

Der I²C Bus und der Attiny 841



Copyright

Sofern nicht anders angegeben, stehen die Inhalte dieser Dokumentation unter einer „Creative Commons - Namensnennung-NichtKommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 DE Lizenz“



Sicherheitshinweise

Lesen Sie diese *Gebrauchsanleitung*, bevor Sie diesen Bausatz in Betrieb nehmen und bewahren Sie diese an einem für alle Benutzer jederzeit zugänglichen Platz auf. Bei Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Bedienungsanleitung verursacht werden, erlischt die *Gewährleistung / Garantie*. Für Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung! Bei allen Geräten, die zu ihrem Betrieb eine elektrische Spannung benötigen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden. Besonders relevant sind für diesen Bausatz die VDE-Richtlinien VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711 und VDE 0860. Bitte beachten Sie auch nachfolgende Sicherheitshinweise:

- Nehmen Sie diesen Bausatz nur dann in Betrieb, wenn er zuvor berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut wurde. Erst danach darf dieser an eine Spannungsversorgung angeschlossen werden.
- Lassen Sie Geräte, die mit einer Versorgungsspannung größer als 24 V- betrieben werden, nur durch eine fachkundige Person anschließen.
- In Schulen, Ausbildungseinrichtungen, Hobby- und Selbsthilfwerkstätten ist das Betreiben dieser Baugruppe durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.
- In einer Umgebung in der brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube vorhanden sind oder vorhanden sein können, darf diese Baugruppe nicht betrieben werden.
- Im Falle einer Reparatur dieser Baugruppe, dürfen nur Original-Ersatzteile verwendet werden! Die Verwendung abweichender Ersatzteile kann zu ernsthaften Sach- und Personenschäden führen. Eine Reparatur des Gerätes darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.
- Spannungsführende Teile an dieser Baugruppe dürfen nur dann berührt werden (gilt auch für Werkzeuge, Messinstrumente o.ä.), wenn sichergestellt ist, dass die Baugruppe von der Versorgungsspannung getrennt wurde und elektrische Ladungen, die in den in der Baugruppe befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.
- Sind Messungen bei geöffnetem Gehäuse unumgänglich, muss ein Trenntrafo zur Spannungsversorgung verwendet werden
- Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen die Baugruppe verbunden ist, müssen immer auf Isolationsfehler oder Bruchstellen kontrolliert werden. Bei einem Fehler muss das Gerät unverzüglich ausser Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist.
- Es ist auf die genaue Einhaltung der genannten Kenndaten der Baugruppe und der in der Baugruppe verwendeten Bauteile zu achten. Gehen diese aus der beiliegenden Beschreibung nicht hervor, so ist eine fachkundige Person hinzuzuziehen

Bestimmungsgemäße Verwendung

- Auf keinen Fall darf 230 V~ Netzspannung angeschlossen werden. Es besteht dann Lebensgefahr!
- Dieser Bausatz ist nur zum Einsatz unter Lern- und Laborbedingungen konzipiert worden. Er ist nicht geeignet, reale Steuerungsaufgaben jeglicher Art zu übernehmen. Ein anderer Einsatz als angegeben ist nicht zulässig!
- Der Bausatz ist nur für den Gebrauch in trockenen und sauberen Räumen bestimmt.
- Wird dieser Bausatz nicht bestimmungsgemäß eingesetzt kann er beschädigt werden, was mit Gefahren, wie z.B. Kurzschluss, Brand, elektrischer Schlag etc. verbunden ist. Der Bausatz darf nicht geändert bzw. umgebaut werden!
- Für alle Personen- und Sachschäden, die aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen, ist nicht der Hersteller, sondern der Betreiber verantwortlich. Bitte beachten Sie, dass Bedien- und /oder Anschlussfehler außerhalb unseres Einflussbereiches liegen. Verständlicherweise können wir für Schäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen.
- Der Autor dieses Tutorials übernimmt keine Haftung für Schäden. Die Nutzung der Hard- und Software erfolgt auf eigenes Risiko.

Entfernungsmessung mit Ultraschall und dem Attiny 841 Teil1 - Hardware 1

Zur Messung von Entfernungen im nahen Bereich (ca. 2cm bis ca. 4m) kann das Ultraschall Modul HC-SR-04 verwendet werden. Je nach Quelle können die Angaben abweichen.

Was ist Ultraschall?

Unter Ultraschall versteht man akustische oder mechanische Schwingungen oberhalb von 20 kHz. Der technische Anwendungsbereich von Ultraschall bei Übertragungen im Medium Luft reicht von ca. 30 kHz bis etwa 300 kHz.

Funktionsweise

Ein Ultraschall-Impuls wird von einem (Piezo) Lautsprecher abgegeben und von einem Objekt oder Körper reflektiert und von einer Sensorkapsel empfangen werden. Anhand der verstrichenen Zeit zwischen Aussendung und Empfang kann die Entfernung zum Objekt berechnet werden. Die Schallgeschwindigkeit in trockener Luft von 20°C beträgt 343,5 m/s.

Anschlüsse

Der HC-SR04 hat vier Anschlüsse:

- **Vcc** - die positive 5 Volt-Stromversorgung
- **Trig** - der "Trigger"-Pin, der zum Senden der Ultraschallimpulse angesteuert wird
- **Echo** - der "Echo"-Pin, der einen Impuls erzeugt, wenn das reflektierte Signal empfangen wird
- **GND** - der Minuspol der Stromversorgung

Technische Details:

- Spannung +5V
- Messbereich 2 - 400 cm
- Frequenz 40 kHz
- Auflösung 3mm
- Messwinkel (Öffnungswinkel) 15°
- Stromaufnahme < 15mA
- Abmessungen 45 x 20 x 15 mm



Zu beachten ist, dass sich das Ultraschallsignal keulenförmig ausbreitet. Bei Entfernungen über 1 m ist es notwendig, den Sensor möglichst genau auf das zu messende Objekt auszurichten. Hindernisse, die sich im Sendekegel (ca. 15 Grad) befinden, können das Messergebnis beeinflussen. Auch können unerwünschte Reflexionen oder Dämpfungen das Ergebnis verfälschen.

Wie berechnet man die Entfernung?

Die besten Messergebnisse ergeben sich, wie bei allen US-Sensoren, bei Reflexion an glatten, ebenen Flächen. Bei Distanzen bis 1 m ist das Material der Fläche recht unkritisch. Auch recht kleine Objekte werden zuverlässig erkannt. Kleine Objekte werden noch auf eine Distanz von ca. 30 cm sicher erfassen. Die gemessene Entfernung kann durch die folgende Formel berechnet werden:

$$\text{Entfernung} = (\text{Schallgeschwindigkeit} * \text{Laufzeit}) / 2 \quad [\text{m}, \text{s}]$$

Der Faktor 2 kommt hinzu, weil das Signal ja den doppelten Weg zurücklegt: hin zum Objekt und wieder zurück. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache und wenn man die Schallgeschwindigkeit

bei ca. 20° C verwendet, kann die Formel vereinfacht werden:

$$\text{Entfernung} = \text{Laufzeit} [\mu\text{s}] / 58,3 [\text{cm}]$$

Messgenauigkeit

Die systembedingte Messgenauigkeit beträgt ca. 3mm und hängt mit der internen Abtastrate des Moduls zusammen. Ein weiterer Faktor ist die Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit in Luft. Für 20°C Raumtemperatur ergibt sich also: $c = 331,5 + (0,6 \times 20) = 343,5 \text{ m/s}$. Die folgende Tabelle enthält einige Werte die rechnerisch für die Laufzeit zu erwarten sind:

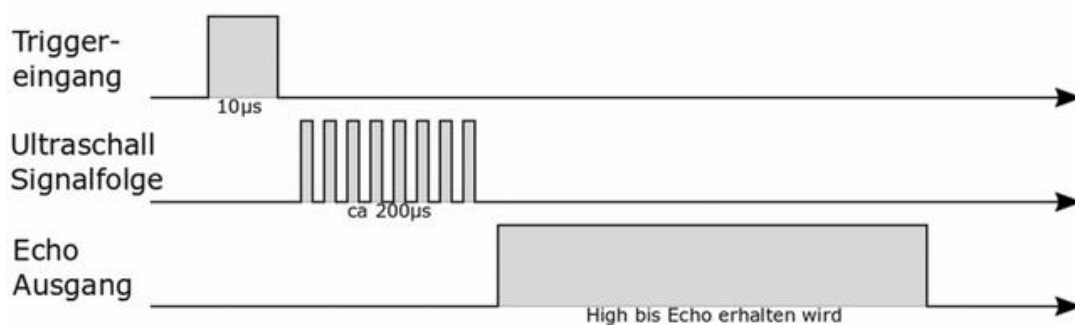
| Entfernung [m] | Laufzeit [ms] bei 20° C | Laufzeit [ms] bei 0° C |
|----------------|-------------------------|------------------------|
| 0,02 | 0,117 | 0,121 |
| 0,10 | 0,583 | 0,603 |
| 0,50 | 2,915 | 3,017 |
| 1,00 | 5,831 | 6,033 |
| 2,00 | 11,662 | 12,066 |
| 3,00 | 17,492 | 18,100 |

Wie erfolgt der Messvorgang mit dem Ultraschallsensor HC-SR04?

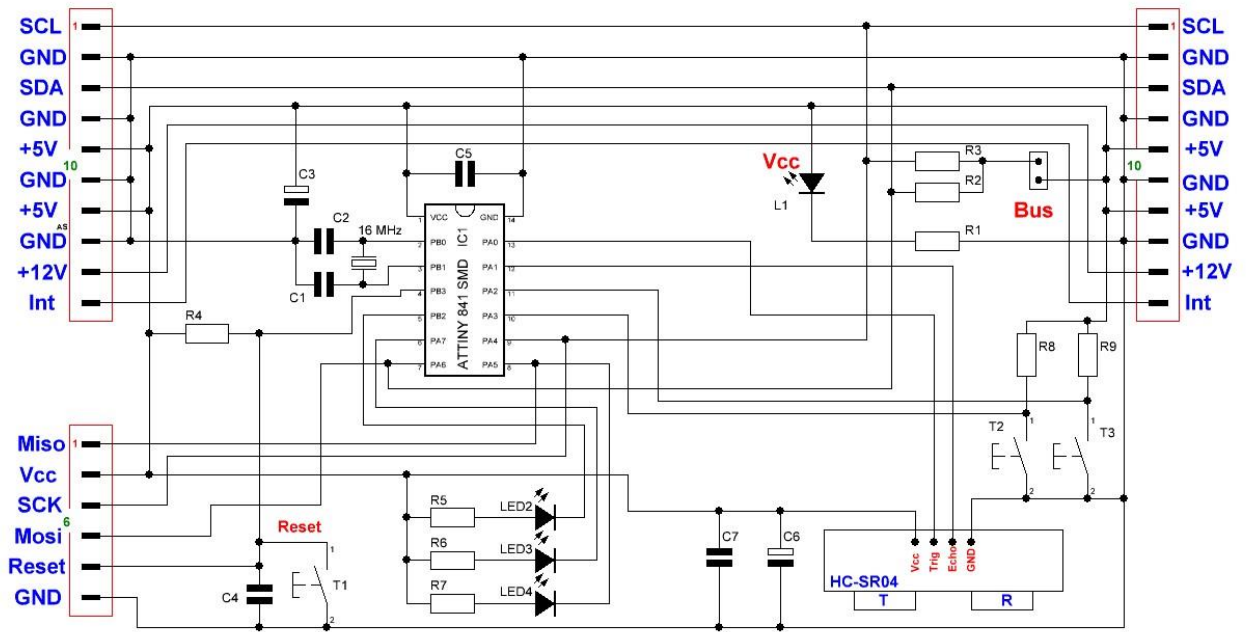
Der Ultraschallsensor HC-SR04 benötigt eine Versorgungsspannung von 5V (keine 3,3V) an den Anschlüsse Pin 1 (+5V) und GND (Pin 4). Die eigentliche Messung wird über den Anschluss Trigger (Pin 2) gestartet. Der Messvorgang wird durch eine fallende Flanke am Trigger-Eingang ausgelöst. Das High-Signal muss dabei eine Mindestzeit von 10 μs anliegen.

Der Ultraschallsensor HC-SR04 sendet daraufhin nach ca. 250 μs ein 40 kHz Burst-Signal für die Dauer von 200 μs zur eigentlichen Sensorkapsel (Transduktor). Danach geht der Ausgang Echo (Pin 3) sofort auf H-Pegel und der Ultraschallsensor wartet auf den Empfang des akustischen Echos. Sobald das Echo registriert wird, fällt der Ausgang auf Low-Pegel. Nach 20 ms kann die nächste Messung erfolgen.

Um die genaue Entfernung zu ermitteln, muss ein Mikrocontroller also lediglich für 10 μs ein High-Signal an den Trigger-Eingang legen und danach messen wie lange das High-Signal (Wartezeit auf Echo) am Echo-Signal anliegt. Wenn das High Signal länger als 200 ms angelegt war, dann wurde kein Hindernis vom Sensor erkannt (außer Reichweite).

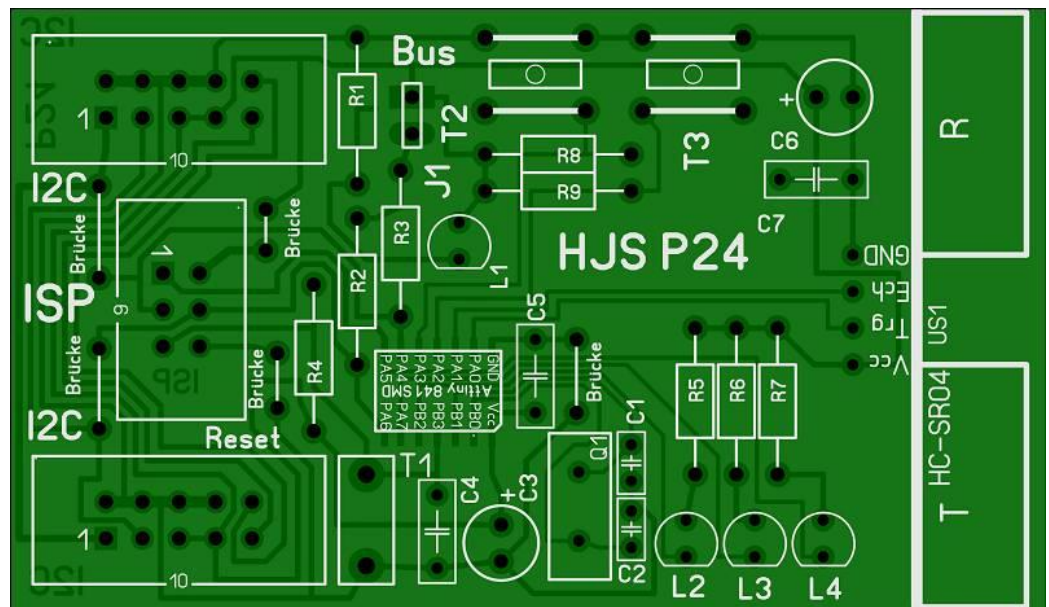


Entfernungsmessung mit Ultraschall HW1

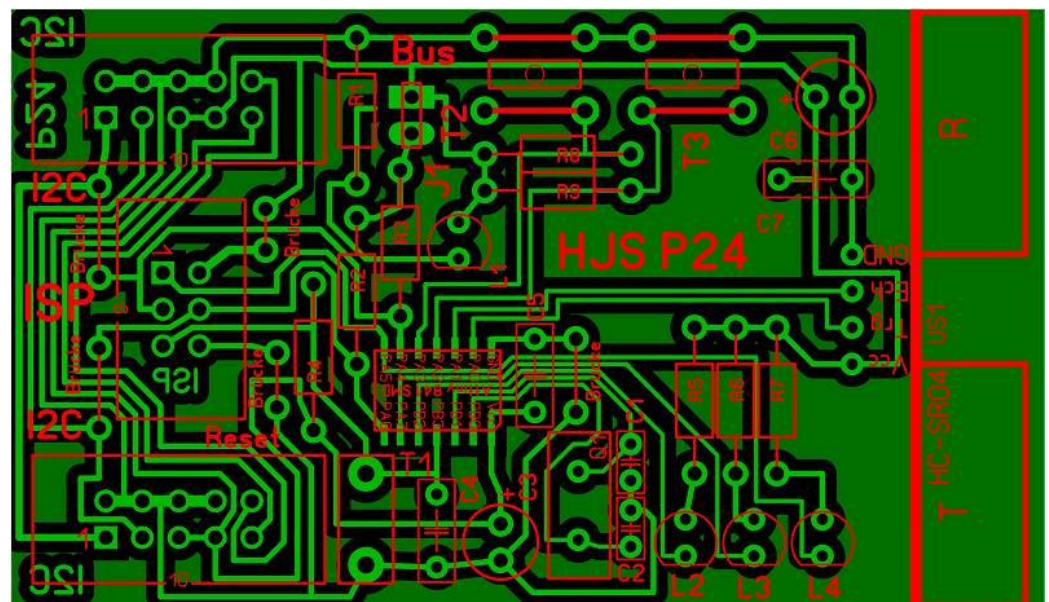


Schaltung P24 - Entfernungsmessung mit dem Ultraschallmodul HR-SR-04 und dem Attiny 841

Fotoansicht
Bestückungsseite
P24



Platine P43 in der
Durchsicht



Stückliste:

2 x Wannenstecker 2 x 5 RM 2,54

Platine P24 ca. 72 x 42 mm

1 x Taster klein

1 x Steckerleiste 2 polig

1 x Jumper

1 x Quarz 16 MHz

R2, R3 - Widerstand 4,7 kOhm

C1, C2 - Kondensator 15pF

C3, C7 - Elko 100/16

1 x Wannenstecker 2 x 3 RM 2,54

IC1 - Attiny 841 (SMD)

2 x Taster

1 x Buchsenleiste 4 polig

4 x LED 2mA 3/5mm farbig

R1, R5, R6, R7 - Widerstand 1,5 kOhm

R4, R8, R9 - Widerstand 10 kOhm

C4, C5, C7 - Kondensator 100 nF

1 x HR-SR-04

Wichtige Einstellungen und Belegung:

PA0 --> Trigger

PA1 --> Echo

PA2 --> Taster 3

PA3 --> Taster 2

PA5 --> LED 4 - grün

PA7 --> LED 3 - gelb

PB2 --> LED 2 - rot

Fuse Einstellung mit externem Quarz

Ex - 0xFF

Hi - 0xDF

Lo - 0xCF

Die Anzeige der Entfernung erfolgt mit den LEDs.

Einige Teile des Textes wurden zur besseren Übersicht farblich gestaltet.

Die Nutzung erfolgt auf eigenes Risiko.

Ich wünsche viel Spaß beim Bauen und programmieren

Achim

Quellen:

<https://www.roboternetz.de>

<https://rn-wissen.de/wiki>

Basteln mit dem Raspi

<https://wolles-elektronikkiste.de/>

<https://www.mikrocontroller.net/>