

Girls Day

Bağdar Güven [M.Sc.]

14. Oktober 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Projekt Parkhilfe	3
1.1	Benötigte Teile	3
2	Was ist ein Micro Controller	4
2.1	Micro Controller - Arduino Uno	4
2.2	Mikroprozessor-Aufbau	6
2.3	Unterschied zwischen Micro Controller und Mikroprozessor	7
2.3.1	Micro Controller	7
2.3.2	Mikroprozessor	7
2.4	Anwendungsgebiete des Micro Controllers	7
3	Ultraschall Entfernungsmessung	8
3.1	Wie funktioniert die Ultraschall Entfernungsmessung?	8
3.2	Ultraschallmesssensor HC-SR04	9
3.3	Verschaltung des Entfernungmesssystems	9
3.3.1	Das Breadboard	9
3.3.2	Schaltplan	11
3.3.2.1	Verschaltung Ultraschallmesssensor	11
3.3.2.2	Verschaltung LED	11
4	Code	13
4.1	Technische Datenblätter	15
4.1.1	LED	15
4.1.2	Piezo Buzzer	16
4.1.3	Ultraschall MessmodulHC-SR04	17

1 Projekt Parkhilfe

Auf Grund der Pandemie Phase in der sich die Welt aktuell befindet, stellt sich heraus, dass die kontaktlose Bearbeitung verschiedener Prozesse immer mehr Zuspruch finden. Der Hauptgrund hierfür ist selbstverständlich dass man die Übertragung verschiedener Krankheiten / Viren durch den physikalischen Kontakt vermeiden möchte. Für kontaktlose Informationsübergabe gibt es verschiedene Techniken, wie z.B. Laser, Licht, Bluetooth, Wifi oder Ultraschall... Bei diesem Projekt möchten wir eine Abstandsmessung mit Hilfe des Ultraschalls durchführen, diese anschließend per Sound und Lichtkodierung wiedergeben. Im Alltag machen wir ständig Messungen ohne dass wir das bemerken, wir passieren enge Wände und vermeiden den Kontakt, parken Autos oder halten Abstand zu anderen Menschen in der Einkaufsschlange im Supermarkt. Das Ziel des Projektes ist eine Parkhilfe kosten günstig zu bauen, und die Abstandsparameter selbst zu bestimmen. Für die Erfassung des Abstandes werden wir einen Ultraschallsensor benutzen und hierbei die Zeit der Resonanz erfassen. Diese Zeit wird anschließend in dem Micro Controller zur Einheit cm umgerechnet und der Abstand durch eine Farbkodierung und Sound wiedergegeben. Die Stufen des kritischen Sounds können selbst bestimmt und programmiert werden. Es ist auch dem Programmierer überlassen, welche Abstände als kritisch oder weniger kritisch definiert werden. Hierbei steht die rote Farbe klassisch als kritisch, gelb ist die Übergangsphase kritisch zu unkritisch und grün ist unkritisch.

1.1 Benötigte Teile

- Breadboard
- Arduino Uno
- 3 x LED (rot , gelb grün)
- 3 x 220 Ohm Widerstand
- 1 x Piezo Buzzer
- 1 x Ultraschallsensor HC-SR04
- 10 x Jumperkabel

2 Was ist ein Micro Controller

2.1 Micro Controller - Arduino Uno

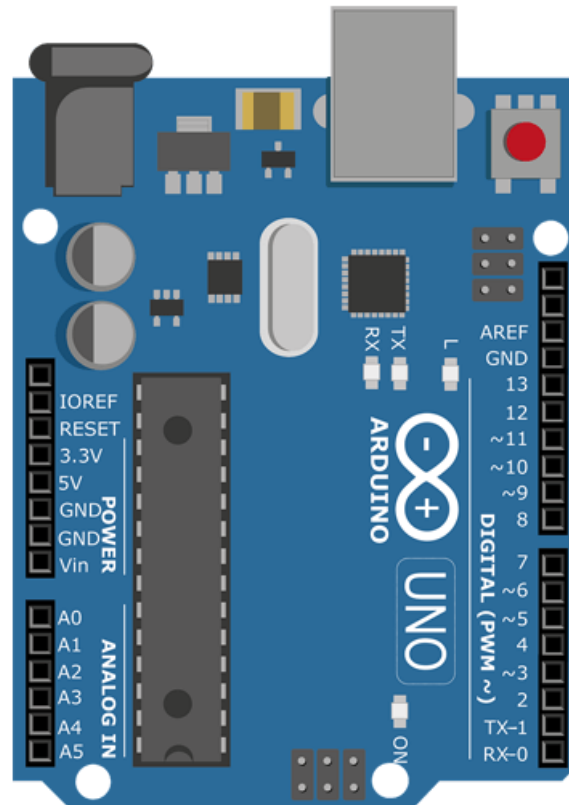


Abbildung 2.1: Arduino Uno

Die Mikrocontroller sind in sich geschlossenes System, diese sind kleine Computer, die auf einem einzigen Chip aufgebracht sind. Die Microcontroller sind bestens geeignet für periodische Ausführung der einzelnen Basisprogrammen. Somit finden diese Kleincomputer immer mehr Einsatzgebiete im Bereich der Automatisierung, welche Bewegungsabläufe an einer bestimmten Vorrichtung wiederholt werden. Diese Bewegungswiederholung, also Anfahren bestimmter Punkte, oder Ausführung bestimmter Aufgaben, basieren auf eine zeitgesteuerte Schleife. Die zeitgesteuerte Schleife wird auch als embedded application (eingebettete Anwendung) bezeichnet. Die Mikrocontroller sollten nicht mit Mikroprozessoren verwechselt werden (CPU), diese erledigen vielseitigere und allgemeinere Aufgaben, sind somit multitaskfähig. Der Mikrocontroller hat tatsächlich einen Mikroprozessor als ein Gehirnkompnent, dieser kann jedoch vergleichsweise weitaus weniger komplexe und dynamische Aufgaben ausüben als eine CPU.

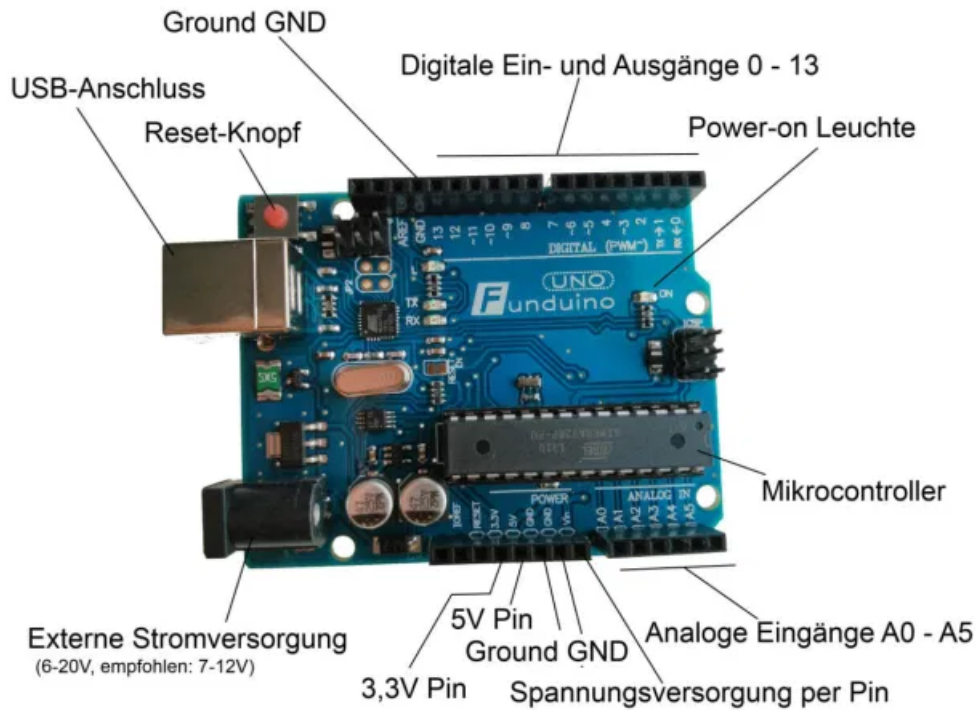


Abbildung 2.2: Arduino Uno

- Reset Knopf startet den Arduino neu.
- USB Anschluss dient zur seriellen Datenübertragung, der Stromversorgung, zum uploaden von Programmen.
- Externe Stromversorgung 7 - 12 Volt, dieser wird jedoch nur notwendig, wenn kein USB Anschluss da ist. Dieser benötigt einen Hohlstecker mit 5.5 mm Aussendurchmesser und 2.1 mm Innendurchmesser.
- Fünf Pins für die Stromversorgung (3.3 Volt, 5 Volt, GND) der externen Schaltungen.
- Sechs analoge Pins für Signal Ein- und Ausgänge, hierbei arbeitet man in dem bereich zwischen 0 - 5 Volt. Die analogen Pins A0 bis A5 sind als Sensor-Eingänge zum Messen von Spannungswerten zwischen 0 bis 5 Volt geeignet. Durch einen eingebauten Analog-Digital-Wandler werden die gemessenen Spannungswerte auf einem Zahlenbereich von 0 (keine Spannung) bis 1023 (maximale Spannung, also 0 bis 5 Volt abgebildet).
- Einem Micro Controller Atmega328P. Dieser ist die Recheneinheit, der Arbeitsspeicher und die Speicherung für Quellcode.
- ICSP-Header dient zur Programmierung neuer Micro Controller mit einem Bootloader.
- 14 Digital Pins, dienen der Kommunikation mit den Sensoren und Aktoren, welche mit 5 Volt Spannung eingespeist werden. Die digitalen Pins 0 bis 13 können ebenfalls als Sensor-Eingänge festgelegt werden: Eine anliegende Spannung von > 2.5 Volt wird als HIGH (Zahlenwert 1), eine niedrigere Spannung als LOW (Zahlenwert 0) interpretiert. Die digitalen Pins 0 bis 13 können zudem als digitale Spannungs-Ausgänge festgelegt werden: Sie geben im Modus HIGH eine Spannung von etwa 5 Volt, im Modus LOW eine Spannung von 0 Volt aus. Die Stromstärke ist dabei allerdings auf 40 mA begrenzt; gegebenenfalls wird die Spannung der Pins automatisch herab geregelt, um diese Begrenzung zu erreichen.

Eine Besonderheit stellt der Digital-Pin 13 dar: Dort ist der Ausgabe-Strom auf nur 20 mA begrenzt, so dass dort eine LED direkt (ohne Vorwiderstand) angeschlossen werden kann

(direkt neben Pin 13 ist ein GND-Pin, so dass dafür nicht einmal eine Steckplatine nötig ist). Bei neueren Versionen des Arduino UNO ist zwischen Pin 13 und GND sogar eine SMD-LED fest eingebaut.

Die mit dem Tilde-Zeichen versehenen Pins (3, 5, 6, 9, 10, 11) können, wenn sie als Ausgabe-Pins festgelegt werden, zudem mittels einer so genannter Pulsweiten-Modulation (PWM) sehr schnell zwischen 0 Volt und 5 Volt hin und her wechseln. Man kann dabei Werte zwischen 0 und 255 angeben, wobei 0 für „immer aus“ und 255 für „immer an“ steht.

- I2C-Pins (SCL und SDA) dienen der seriellen Datenausgabe auch für LCD-Displays.
-

2.2 Mikroprozessor-Aufbau

- **CPU** \Rightarrow Central Processing Unit \Rightarrow Zentraleinheit
Die CPU ist das Gehirn des Mikrocomputers. Bei dieser Komponente handelt es sich um einen Mikroprozessor, der alle Prozesse innerhalb des Micro Controllers steuert und überwacht. Dieser hat die Verantwortung für das Lesen und Ausführen aller logischen/mathematischen Funktionen.
- **RAM** \Rightarrow Random Access Memory, \Rightarrow Direktzugriffsspeicher
Der RAM, auch Zwischenspeicher genannt, dient zur Erleichterung bei Ausführung der Programme und Berechnungen. Dieser wird bei der Anwendung stets überschrieben
- **ROM** \Rightarrow Read-Only Memory \Rightarrow Nur-Lese-Speicher
Der beschreibt bereits beschriebene Speichermedien, auch Festwertspeicher genannt. Dieser Speicher kann die Daten auch ohne Stromversorgung gespeichert halten und je nach Wunsch zur Verfügung stellen. Dieser gibt dem Micro Controller an, wie sie ihre Programme auf Anfrage ausführen soll.
- **Interner Oszillator** \Rightarrow der Haupttimer des Micro Controllers
Der interne Oszillator ist der Kerntaktgeber des Mikrocontrollers. Dieser steuert die Ausführungsrhythmen seiner internen Prozesse, man kann diesen Prozess mit der Taktung in der Musik vergleichen. Ein Beispiel hierfür wären die Perkussion Musikinstrumente in einer Band, oder Ochester, welche die Taktung, somit die Geschwindigkeit des Musikstücks angeben. Der Timer hat den Fokus auf die Zeit die während eines Prozesses. Dieser interne Oszillator unterstützen die CPU des Micro Controllers bei der Ausführung bestimmter Funktionen in festgelegten Intervallen.
- **I/O (Input/Output)-Anschlüsse**
Diese Anschlüsse sind Kommunikationsanschlüsse, welche die Erfassung von Werten durch Sensoren oder Ausführen von Bewegungabläufen über die Pins ermöglichen. Die Verarbeitung von Ein-/Ausgangsdatensignalen mit anderen Komponenten und Schaltungen erfolgt über die Stromversorgung. Die empfangenen Werte kommen als Spannungen an, welche nach der Erfassung umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt entweder über Programme oder Module.
- **Peripheriegeräte-Chips** $\Rightarrow \Rightarrow$
Die Anzahl ist abhängig von der Aufgabe, die der Micro Controller zu erfüllen hat. Dies können verschiedene zusätzliche Timer und Zähler, Pulsweitenmodulations (PWM)-Knoten, Analog-Digital-Wandler, Digital-Analog-Wandler, zahlreiche Datenerfassungsmodule, weitere I/O-Optionen und vieles mehr sein.

2.3 Unterschied zwischen Micro Controller und Mikroprozessor

2.3.1 Micro Controller

- Enthält eine sehr einfache CPU oder Mikroprozessor und bildet eine komplette in sich geschlossene Einheit.
- Eignen sich ideal für einzelne, spezifische Anwendungen, wie vom Benutzer vorprogrammiert.
- Geringerer Stromverbrauch, dem zu Folge Weniger Leistung und Datenspeicherkapazität.
- Müssen vom Anwender programmiert werden. Nur so kann eine sinnvolle Anwendung realisiert werden.
- Können keine Aufgaben außerhalb eines speziell programmierten Aufgabenbereichs ausführen.
- Im Allgemeinen für den Einsatz in bestimmten Geräten oder Maschinen vorgesehen, die eine spezifische Aufgabe wiederholt ausführen sollen.

2.3.2 Mikroprozessor

- Sind viel komplexer und vielseitiger in Bezug auf den Funktionsumfang und für den Einsatz im allgemeinen Computing vorgesehen (im Gegensatz zu speziellen One-Task-Geräten).
- Haben viel schnellere Prozessor- (Takt) Geschwindigkeiten, die oft in Gigahertz (GHz) statt in Hz gemessen werden.
- Sind anspruchsvoller und teurer in der Herstellung, im Gegensatz zu relativ einfachen und billigen Micro Controllern.
- Erfordern weitaus mehr externe Komponenten (RAM, I/O-Ports, Datenspeicher usw.) für den Betrieb, die nicht in den MP selbst integriert sind und separat gekauft und angeschlossen werden müssen.
- Haben eine wesentlich höhere Leistungsaufnahme und sind folglich unwirtschaftlicher im Dauerbetrieb.

2.4 Anwendungsgebiete des Micro Controllers

- Automatisierung
- Robotik
- Unterhaltungselektronik
- Haushaltsgeräte
- Medizin- und Laborgeräte
- Die Automobilindustrie
- Fahrzeugsteuerungssysteme
- Sicherheitssysteme ...

3 Ultraschall Entfernungsmessung

3.1 Wie funktioniert die Ultraschall Entfernungsmessung?

Wie nahe zu jede technische Lösung basiert auf die Lösungen der Natur und der darin lebenden Lebewesen und Pflanzen. In diesem Projekt möchten wir auf die Entfernungsmessung durch Schallreflexion eingehen. Menschen hören im Durchschnitt Frequenzen zwischen 20 und 20.000 Hertz [Hz]. Besonders angenehm ist der Bereich zwischen 500 und 4.000 Hertz. In dem Bereich liegt zum Beispiel auch die menschliche Sprache oder Musik. Die blinden Fledermäuse sind Experten im Bereich der hohen Frequenzen. Die nachtaktiven Tiere können hochfrequentierte Töne bis zu 200.000 Hertz wahrnehmen. Wenn man dies mit dem menschlichen Ohr vergleicht haben wir einen 10 fachen Unterschied. Die Entwickler haben dieses Hörsystem der Fledermäuse untersucht und haben entdeckt, dass die Reflexionsdauer der Schallwellen proportional, auch linear genannt, zur Entfernung ist. Nach vielen Versuchen könnte man diese Zeit messen und eine Formel definieren, welche eine zeitabhängige Streckenfunktion darstellt.

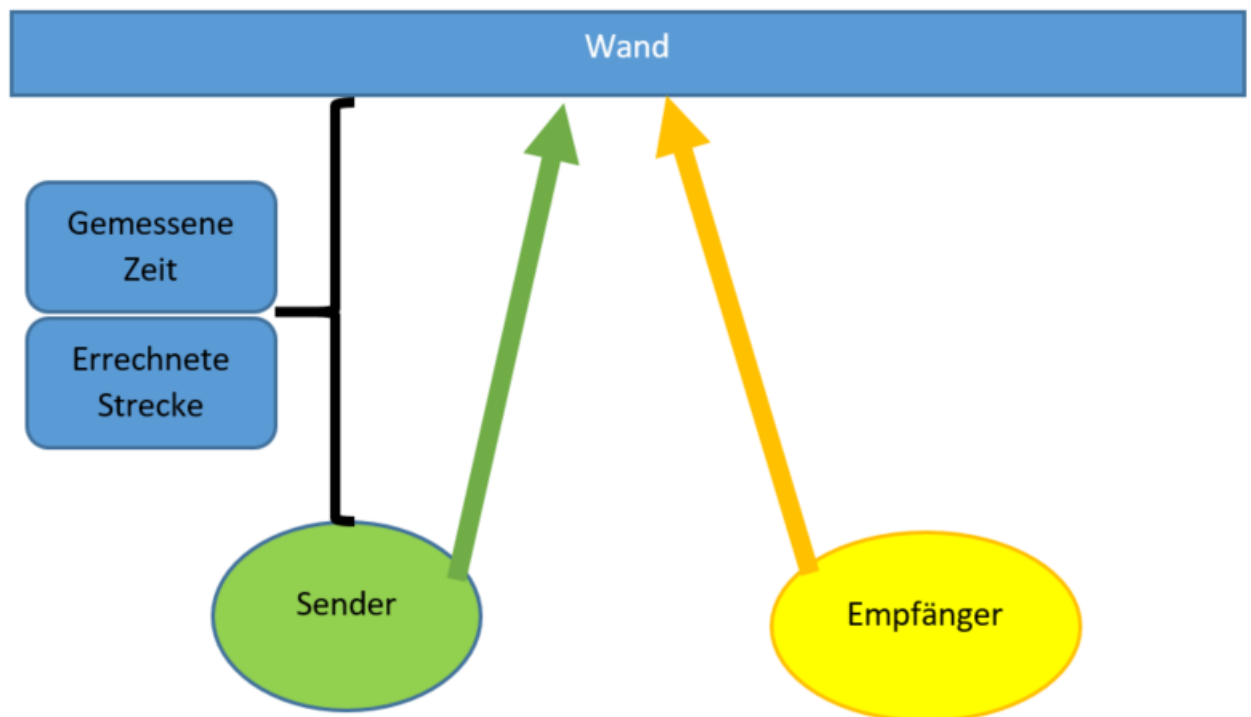


Abbildung 3.1: Weg / Streckenmessung

$$s = v * \frac{t}{2} \quad (3.1)$$

Es handelt sich hierbei um eine gleichmäßige Bewegung. Da der Ultraschall den Weg zweimal hinter sich lässt rechnet man die Zeit durch zwei. Die Luft ist ein Gas, und Gase haben in der Strömungsmechanik eine bedeutende Position, da diese sowohl Temperatur, als auch feuchteabhängig ihre Eigenschaften wie die Dichte und Viskosität ändern können.

$$c_{Luft} = (335,5 + \frac{0,6 * \vartheta}{^{\circ}C}) \quad (3.2)$$

Die Formel 1.2 beschreibt die örtliche Schallgeschwindigkeit welche in Abhängigkeit von der Temperatur formuliert worden ist. Zum Beispiel für 20°C Raumtemperatur ergibt sich also:

$$c = 331,5 + (0,6 * 20) = 343,5 \text{ m/s.}$$

3.2 Ultraschallmesssensor HC-SR04



Abbildung 3.2: Ultraschallsensor

Dieser Sensor besitzt vier Anschlüsse (Pins), welche mit dem Micro Controller kommunizieren.

- **Vcc** bekommt den Pluspol 5 Volt
- **Trig** auch der Trigger genannt sendet den Ultraschall
- **Echo** auch der Empfänger genannt empfängt den Schall
- **GND** bekommt den Minuspol 0 Volt

Jeder Sensor ist ein äußerst sensibler technischer Apparat, deswegen muss man sanft und vorsichtig mit denen umgehen. Bitte stets die technischen Datenblätter, hinsichtlich der Benutzung lesen, falls etwas unklar ist, nachfragen oder im Netz recherchieren.

3.3 Verschaltung des Entfernungmesssystems

3.3.1 Das Breadboard

Das Breadboard ist ein Steckbrett, welches eine einfache Verschaltung des Systems ermöglicht.

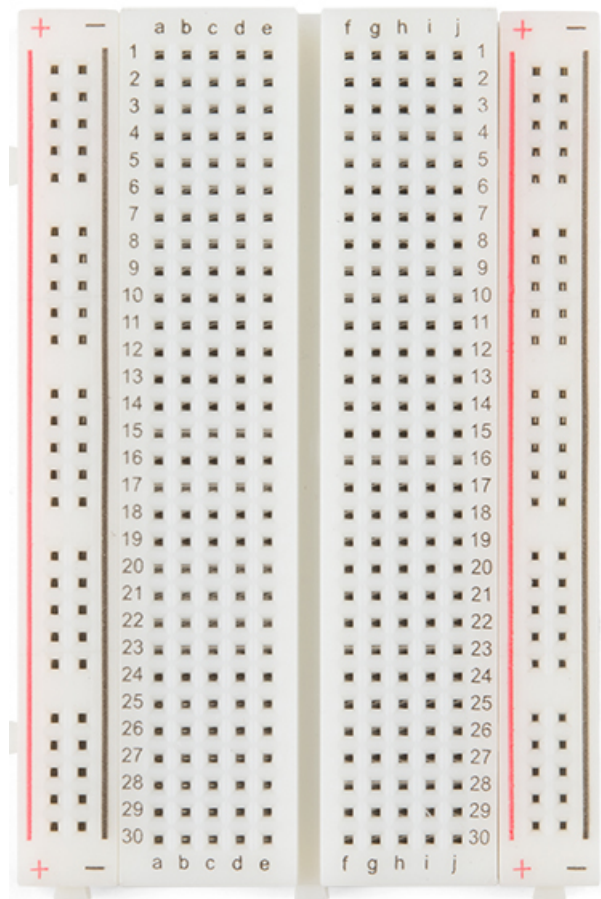


Abbildung 3.3: Breadboard

Die horizontalen Bahnen, also z. B. Zeile 1 ist von a bis j eine Bahn, somit steht komplett in Verbindung. Die Plus- und Minusbahnen hingegen sind in vertikaler Richtung (1 .. 30)Verbunden, somit in jeglicher vertikaler Position schaltbar. Wie es aus dem Bild 3.2 ersichtlich ist, handelt es sich bei dem Breadboard um eine Matrixverschaltung. Jeder Schalterpunkt (Kontenpunkt) ist mir einer Zahl und einem Buchstabe adressierbar. Bei vielen Anleitungen sind lediglich die Schaltpläne als Bilder hinterölt. Bei dieser Anleitung werden wir jedoch auch die Matrixbeschreibung für eine standardisierte Verschaltung nutzen.

-	+		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	-	+
*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Abbildung 3.4: Breadboard als Matrix

3.3.2 Schaltplan

3.3.2.1 Verschaltung Ultraschallmesssensor

Teil	auf dem Breadbord	zum Sensor	Sensor	Arduino
Ultraschallmesssensor	auf dem Breadbord	zum Micro Controller	Sensor	Arduino
	a1	b1	Vcc	5 V
	a2	b2	Trigger	2
	a3	b3	Echo	4
	a4	b4	GND	GND

3.3.2.2 Verschaltung LED

Teil	auf dem Breadbord	zum Sensor	Sensor	Arduino
LED	auf dem Breadbord	zum Micro Controller	Sensor	Arduino
	j9	i9	GND	3
	j18	i18	GND	5
	j27	i27	GND	6

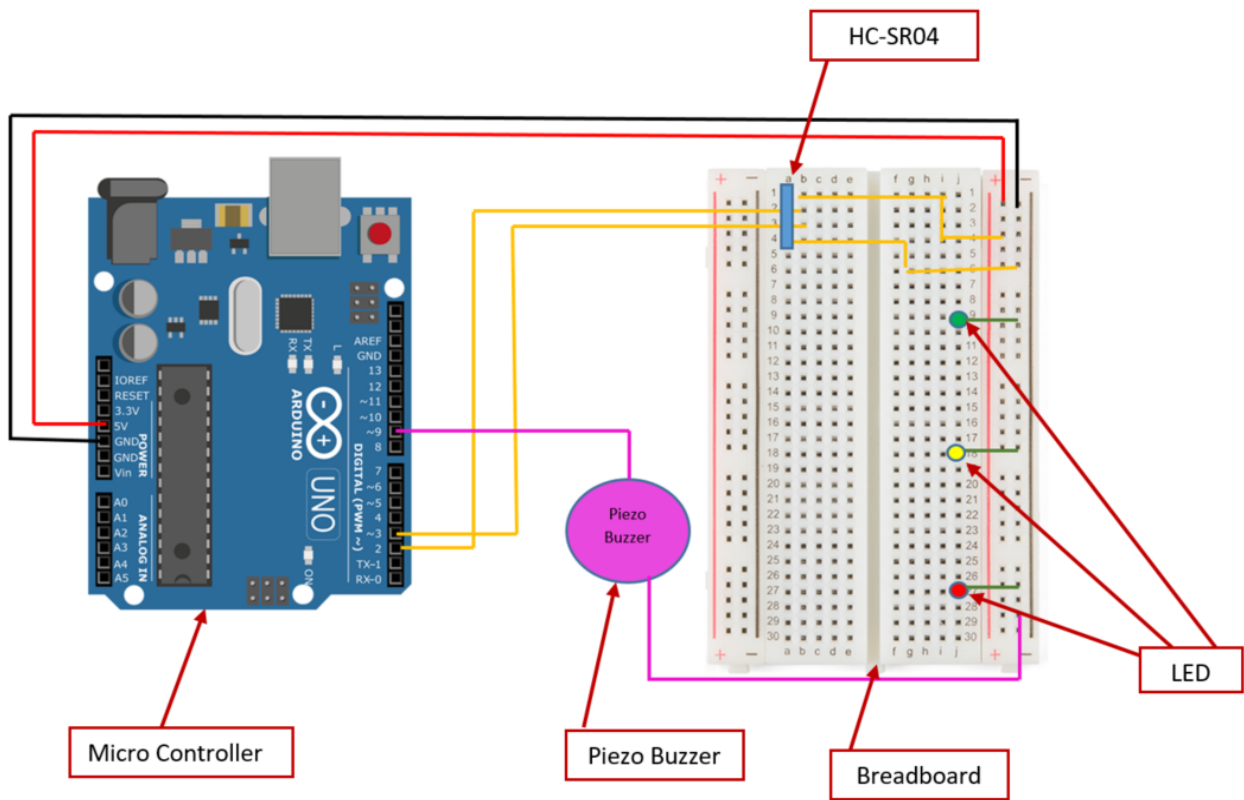


Abbildung 3.5: Schaltplan

Teil	auf dem Breadboard	zum Sensor	Sensor	Arduino
Piezo Buzzer	auf dem Breadboard	zum Micro Controller	Sensor	Arduino
			+	9
			-	GND

4 Code

```
1 int trigPin = 2;
2 int gruen = 3;
3 int echoPin = 4;
4 int gelb = 5;
5 int rot = 6;
6 int buzzerPin = 9;
7 long laufzeit,entfernung;
8 void setup() {
9     Serial.begin(9600);
10    pinMode(trigPin, OUTPUT);
11    pinMode(echoPin, INPUT);
12    pinMode(gruen,OUTPUT);
13    pinMode(gelb,OUTPUT);
14    pinMode(rot,OUTPUT);
15    digitalWrite(buzzerPin, OUTPUT);
16 }
17 void loop() {
18    digitalWrite(trigPin, LOW);
19    delayMicroseconds(2);
20    digitalWrite(trigPin, HIGH);
21    delayMicroseconds(2);
22    digitalWrite(trigPin, LOW);
23    laufzeit = pulseIn(echoPin, HIGH);
24    entfernung = laufzeit * 0.017;
25    Serial.print(" Deine Entfernung betraegt "); //...soll der Wert der Entfernung an den serial monitor hier ausgegeben werden.
26    Serial.print(entfernung); //...soll der Wert der Entfernung an den serial monitor hier ausgegeben werden.
27    Serial.println(" cm"); // Hinter dem Wert der Entfernung soll auch am Serial Monitor die Einheit "cm" angegeben werden.
28    delay(1);
```

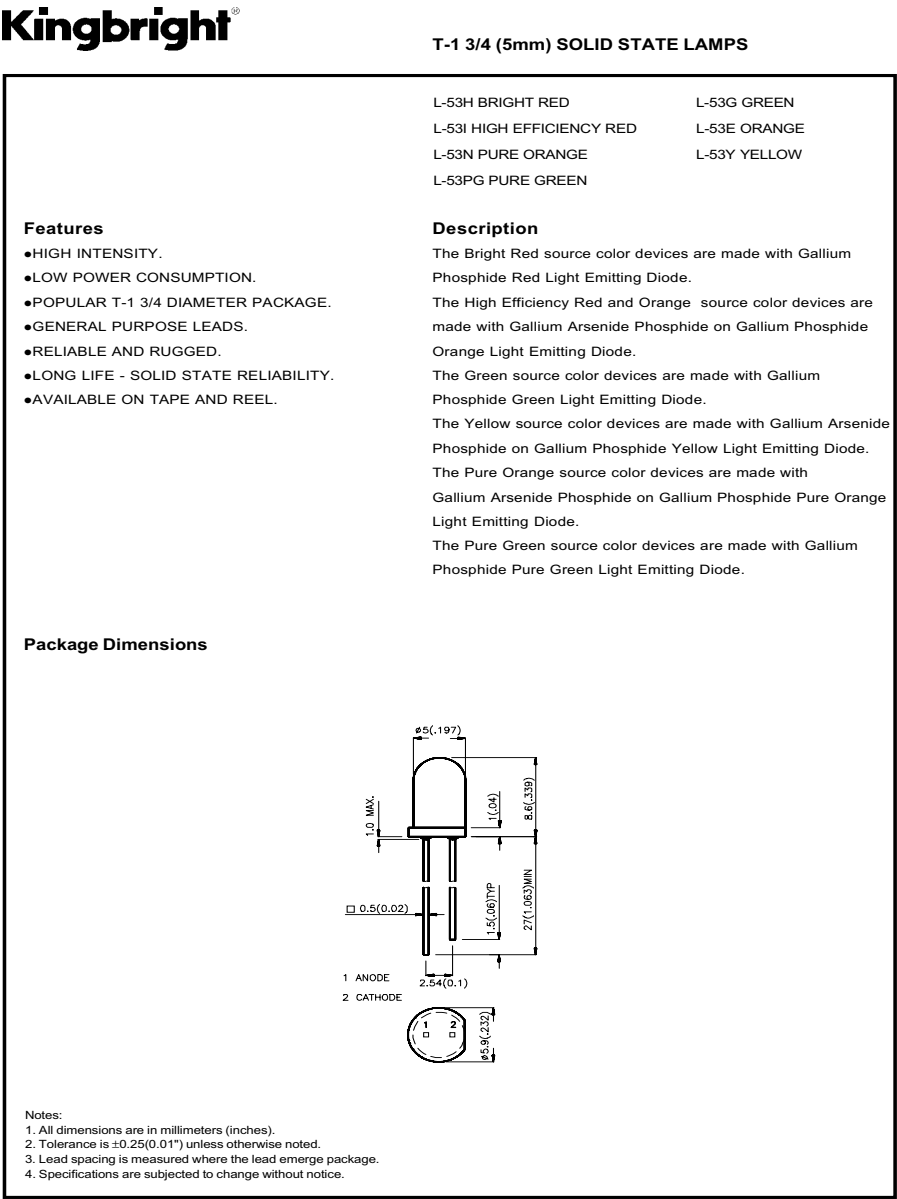
Abbildung 4.1: Code1

```
30 if (entfernung >= 0 && entfernung < 15) {
31     digitalWrite(gruen, LOW);
32     digitalWrite(gelb, LOW);
33     digitalWrite(rot, HIGH);
34     tone(buzzerPin, 523, 100);
35     delay(100);
36     noTone(buzzerPin);
37     delay(100);
38 }
39 else {
40     digitalWrite(gruen, LOW);
41     digitalWrite(gelb, LOW);
42     digitalWrite(rot, LOW);
43 }
44 delay(1);
45 if (entfernung >= 15 && entfernung < 25) {
46     digitalWrite(gruen, LOW);
47     digitalWrite(gelb, HIGH);
48     digitalWrite(rot, LOW);
49     tone(buzzerPin, 523, 100);
50     delay(1000);
51     noTone(buzzerPin);
52     delay(100);
53 }
54 else {
55     digitalWrite(gruen, LOW);
56     digitalWrite(gelb, LOW);
57     digitalWrite(rot, LOW);
58 }
59 delay(1);
60 if (entfernung >= 25 && entfernung <= 115) {
61     digitalWrite(gruen, HIGH);
62     digitalWrite(gelb, LOW);
63     digitalWrite(rot, LOW);
64 }
65 else {
66     digitalWrite(gruen, LOW);
67     digitalWrite(gelb, LOW);
68     digitalWrite(rot, LOW);
69 }
70 delay(1);
71 }
```

Abbildung 4.2: Code2

4.1 Technische Datenblätter

4.1.1 LED



L53-1

Abbildung 4.3: LED

4.1.2 Piezo Buzzer



DB Products Limited
SINCE 1976

11/F, GUANGDONG FINANCE BUILDING, 88 CONNAUGHT ROAD WEST, HONG KONG
Tel.: (852) 2548 2098 Fax: (852) 2858 2514, 2858 2520, 2549 3161 E-mail: db_buzzer@db.com.hk
www.db.com.hk ISO 9001

SPECIFICATIONS SHEET

PRODUCT TYPE : PIEZO BUZZER

PRODUCT SERIES : DB-E328C

DESCRIPTION : PZ BUZZER SINGLE 12VDC PIN PPO RoHS SP
MUST FOLLOW POLARITY INSTRUCTION

COLOR : BLACK

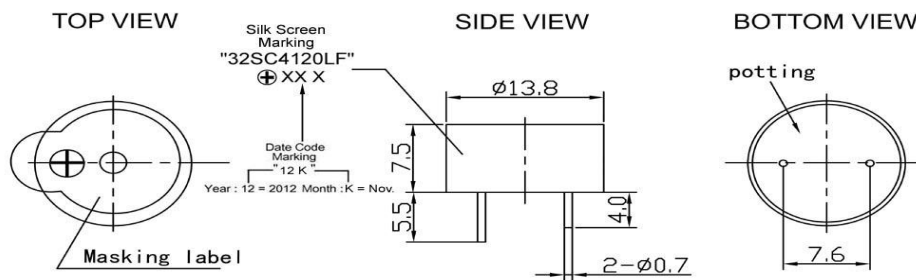
ELECTRICAL SPECIFICATIONS

MODEL NO.	32SC4120LFPP
OPERATING VOLTAGE RANGE (VDC)	3.0 ~ 16.0
RATED VOLTAGE (VDC)	5.0 / 12.0
* MAX. RATED CURRENT (mA)	12.0
* MIN. SOUND OUTPUT AT 5VDC (dBA/ 10 cm)	80.0
* MIN. SOUND OUTPUT AT 12VDC (dBA/ 10 cm)	90.0
* FREQUENCY (Hz)	4000 ± 500
TONE NATURE	SINGLE
OPERATING TEMPERATURE (°C)	- 40.0 ~ + 85.0
STORAGE TEMPERATURE (°C)	- 40.0 ~ + 85.0
TERMINAL	PIN
HOUSING MATERIAL	PPO
WEIGHT (g)	0.8

* Value applying at rated voltage

DIMENSIONS

UNIT : mm



Approved By : J. Fan
Date : 3-May-2013

Prepared By : J. Joey
Date : 3-May-2013

Modify :	Date :	By :
Operating and Storage Temp. Change to - 40 ~ + 85 °C	03-May-13	Joey

Ref. : 3-002

Abbildung 4.4: Piezo Buzzer

4.1.3 Ultraschall MessmodulHC-SR04

Ultraschall Messmodul
HC-SR04

Beschreibung:

Das Ultraschall Modul HC-SR04 eignet sich zur Entfernungsmessung im Bereich zwischen 2cm und ca. 3m mit einer Auflösung von 3mm. Es benötigt nur eine einfache Versorgungsspannung von 5V bei einer Stromaufnahme von <2mA. Nach Triggerung mit einer fallenden Flanke (TTL - Pegel) misst das Modul selbstständig die Entfernung und wandelt diese in ein PWM Signal welches am Ausgang zur Verfügung steht. Ein Messintervall hat eine Dauer von 20ms. Es können also 50 Messungen pro Sekunde durchgeführt werden.

Anwendungsbereiche: Hinderniserkennung, Entfernungsmessung, Füllstandanzeiger, Industrieanwendungen.

KT-elektronic



1 2 3 4

Pinbeschreibung:

- 1: VCC, Versorgungsspannung 5V
- 2: Triggereingang, TTL-Pegel
- 3: Echo, Ausgang Messergebnis, TTL-Pegel
- 4: GND, 0V

Power Supply	VCC +5V +-10%, GND 0V
Signal Level (Trigger, Echo)	TTL Pegel (L < 1,0V)
messbare Distanz	2cm - ca. 300cm
Messintervall	0,3cm
Messungen pro Sekunde	maximal 50
Abmessungen (l, b, t) mm	45 x 21 x 18

Anwendung:

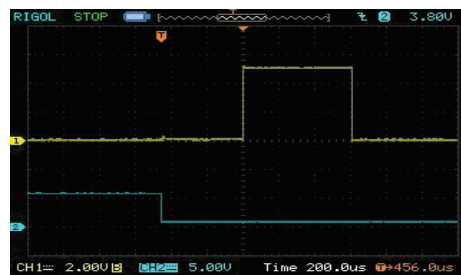
Das Auslösen eines Messzyklus geschieht durch eine fallende Flanke am Triggereingang (Pin 2) für mindestens 10µs. Das Modul sendet darauf nach ca. 250µs ein 40 kHz Burst-Signal für die Dauer von 200µs. Danach geht der Ausgang (Echo, Pin 3) sofort auf H-Pegel und das Modul wartet auf den Empfang des Echos. Wird dieses detektiert fällt der Ausgang auf L-Pegel. 20ms nach Triggerung kann eine weitere Messung stattfinden. Wird kein Echo detektiert verweilt der Ausgang für insgesamt 200ms auf H-Pegel und zeigt so die erfolglose Messung an. Danach wartet das Modul auf die nächste fallende Flanke am Triggereingang und die Messung beginnt neu. Die besten Messergebnisse ergeben sich bei Reflektion an glatten, ebenen Flächen. Bei Distanzen bis 1m ist das Material der Fläche recht unkritisch. Der Winkel zum Objekt kann bei kurzen Distanzen von unter 1m bis etwa 45° betragen. Auch recht dünne Objekte werden zuverlässig erkannt. Ein normaler Kugelschreiber z.B. lässt sich bis auf eine Distanz von ca. 30cm sicher erfassen. Bei der maximalen Distanz von 3m muss schon genau gezielt werden und es sollten keine anderen Gegenstände in ähnlicher Entfernung im Sendekegel von 15° vorhanden sein.

Abbildung 4.5: Ultraschall Messmodul HC-SR04

Ultraschall Messmodul HC-SR04

Single Shot Modus:

Im folgenden ist eine einzelne Messung zu sehen. Kanal 2 ist das Triggersignal, Kanal 1 der Ausgang. Die Laufzeit des Ultraschall-Burst beträgt bei dieser Messung etwa 600µs (200µs/Div). Die angezeigte Zeit von 456µs setzt sich aus dem 250µs Delay nach Triggerung und dem anschließenden 200µs Burst zusammen.



Auswertung der Messung:

Für die Berechnung der Entfernung zum Messobjekt wird nun die Schallgeschwindigkeit in Luft von 343m/S (bei 20°C) herangezogen. 343m/S entsprechen 34,3cm pro Millisekunde (ms). Daraus ergibt sich für dieses Beispiel bei 600µS (0,6ms):

$34,3\text{cm} \times 0,6\text{ms}$ eine Laufstrecke von 20,6cm die das Signal zurückgelegt hat.

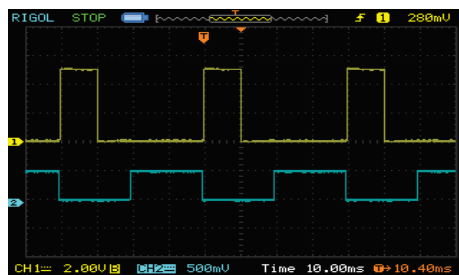
Da es sich um ein Echo handelt wird die Strecke zwei mal durchlaufen, weshalb wir den Wert halbieren müssen.

$20,6\text{cm} / 2 = 10,3\text{cm}$ Abstand zum Messobjekt.

Kontinuierliche Messung:

Es besteht die Möglichkeit eine permanente Messung durchzuführen. Da das Modul auf die fallende Flanke des Triggereingangs reagiert ist es nicht nötig ein kurzes Triggersignal zu erzeugen. Es genügt ein Rechtecksignal mit einer Frequenz kleiner 50Hz (20mS Intervall) an den Triggereingang anzulegen um eine dauernde Messung durchzuführen.

Auf Kanal 2 liegt wieder der Triggereingang, das Rechtecksignal hat eine Frequenz von 25Hz die Amplitude beträgt 5V (Tastkopf 1:10).



Auswertung der Messung:

Bei dieser Messung beträgt das Intervall 40ms was 25 Messungen in der Sekunde entspricht. Das Messobjekt ist ca. 180cm entfernt. Das Oszilloskop triggert diesmal auf die steigende Flanke von Kanal 1 und misst die Zeit bis zur Mittellinie. Die gemessene Laufzeit beträgt 10,4ms. Daraus ergibt sich eine Entfernung von:

$10,4\text{ms} \times 34,3\text{cm} / 2 = 178,3\text{cm}$

Eine weitere Messung mit einer Zeitbasis von 1ms/Div um die Messgenauigkeit zu erhöhen (ohne Bild) ergab eine Zeit von 10,56ms was einer Entfernung von 181cm entspricht. Die tatsächliche Entfernung betrug bei dieser Messung 182,5cm was eine Genauigkeit von besser 1% ergibt.

Abbildung 4.6: Ultraschall Messmodul HC-SR04

Ultraschall Messmodul HC-SR04

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. Näherungsweise kann man die Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Temperatur im Bereich von -20°C bis +40°C mit folgender Formel berechnen:

$$c_{\text{Luft}} \approx (331,5 + 0,6 \vartheta / ^\circ\text{C}) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Theta = Umgebungstemperatur in °C

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 zum Objekt [cm]	Laufzeit [ms] bei 20°C	Laufzeit [ms] bei 0°C
2	0,117	0,121
10	0,583	0,603
50	2,915	3,017
100	5,831	6,033
200	11,662	12,066
300 (max. Dist.)	17,492	18,100

Es zeigt sich das bei 20°C Temperaturdifferenz ein Fehler von 3,4% entsteht. Bei der Verwendung im Freien und Messung von größeren Distanzen wäre also zu überlegen ob eine Temperaturkompensation sinnvoll ist.

Abbildung 4.7: Ultraschall Messmodul HC-SR04