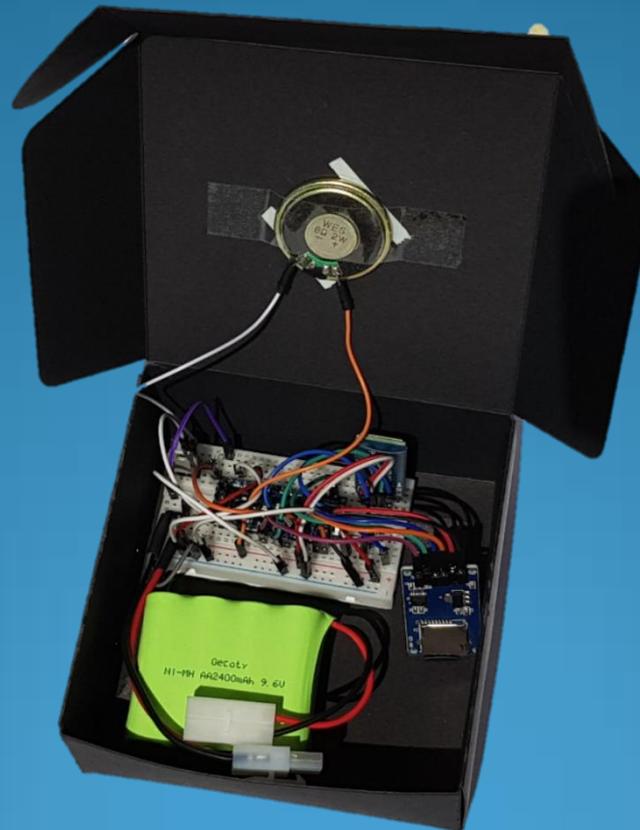
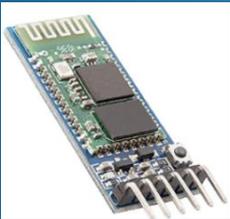


GTA Mechatronik Teil 5

Wir bauen eine Music Box
und lernen dabei viel über Audiodateien, Sprachsteuerung und Elektronik-Simulation



Inhaltsverzeichnis

Tutorial

[Komponenten und Aufbau](#)

[Transistor](#)

[SD-Karte](#)

[Audiodateien](#)

Sketche

[Zuordnung Pins am Arduino Nano](#)

[Sketch 90 Sprachsteuerung interne LED](#)

[Sketch 91 Abspielen Songs](#)

[Sketch 92 Sprachsteuerung Songs](#)

[Messungen mit Oszilloskop](#)

Anhang

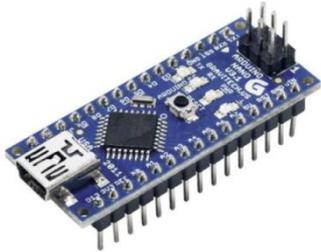
[SPI-Bus](#)

[Simulation mit TinkerCad](#)

[Simulation mit Falstad](#)

Komponenten und Aufbau

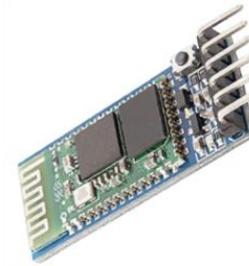
Arduino Nano



Micro SD Card



Micro SD Card Modul



Bluetooth Modul
HC-05



NiMH Akku-Pack 9,6V
800 oder 2400 mAh

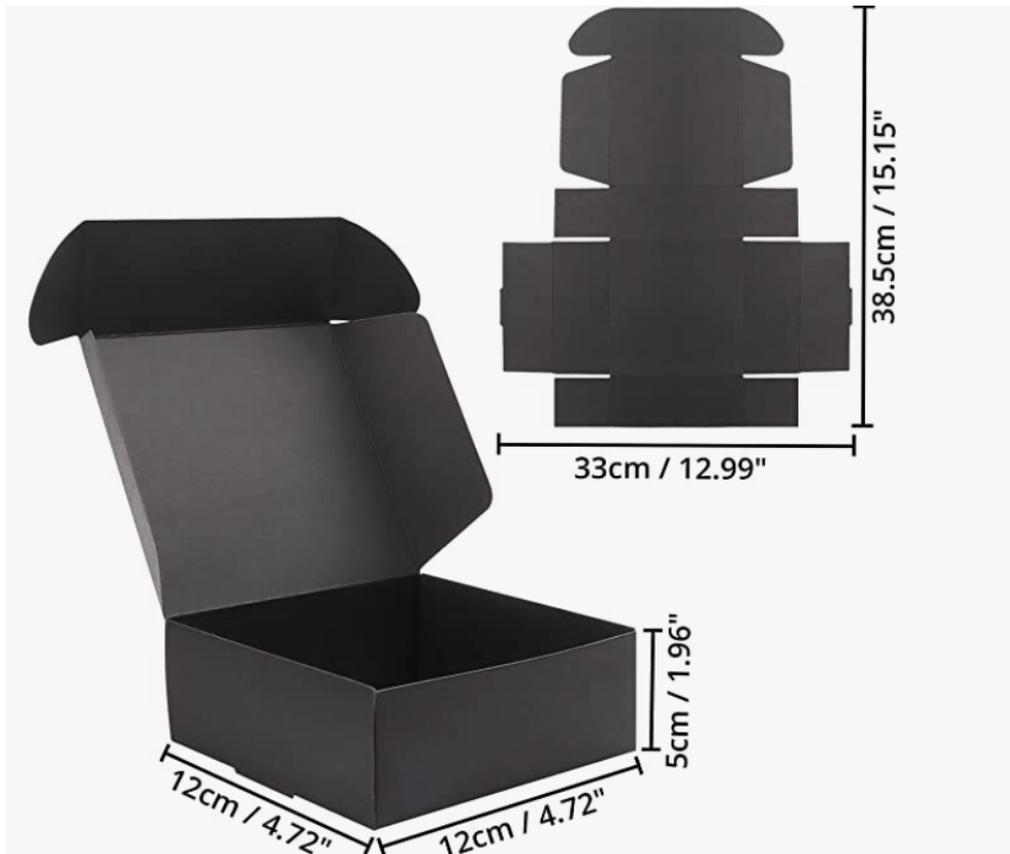


Transistor TIP120
(Darlington, npn)



Tamiya Female

Box Karton



Kurtzy Karton Geschenkboxen Schwarz (20 STK) – Schachteln 12 x 12 x 5cm Pappschachteln mit Deckel – Kraftpapier Geschenk Box zum Selber Aufbauen für Geschenke, Hochzeit, Party, Weihnachten

Marke: Kurtzy

★★★★★ 128 Sternebewertungen

13⁹⁹ € (0,70€ / stück)

✓prime 1-Tages-Lieferung

& KOSTENLOSE Rücksendungen

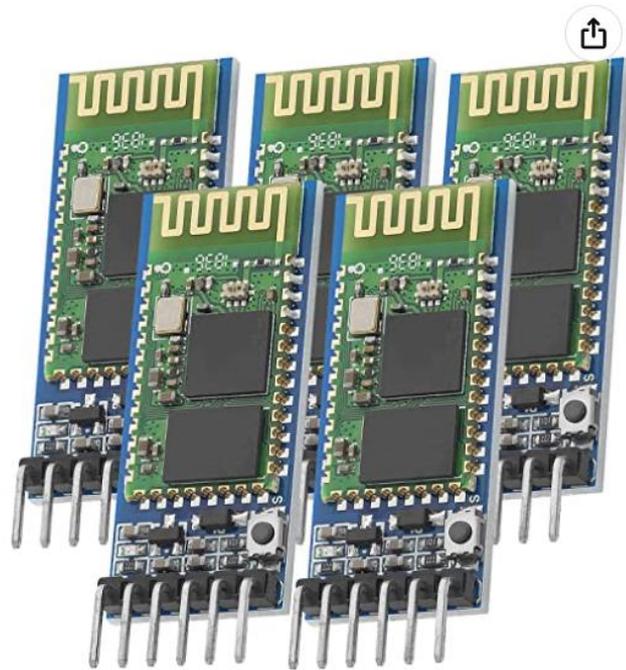
Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. Weitere Informationen.

Jetzt Amazon-Konto aufladen und Ausgaben im Blick behalten.

Aktuelle Angebote Sparen Sie 1€ beim Kauf ... 5 Werbeaktionen

Material	Karton
Größe	20 Pack
Marke	Kurtzy
Anlass	Hochzeit, Brautparty, Weihnachten

Bluetooth-Modul HC-05



AZDelivery 5 x HC-05 HC-06 Bluetooth Wireless RF-Transceiver-Modul RS232 serielle TTL kompatibel mit Arduino und Raspberry Pi inklusive E-Book!

Besuchen Sie den AZDelivery-Store

★★★★☆ 649 Sternebewertungen | 11 beantwortete Fragen

27⁹⁹ € (5,60€ / Stück)

Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. [Weitere Informationen.](#)

Jetzt [Amazon-Konto aufladen](#) und Ausgaben im Blick behalten.

Stückzahl: 5

1 7,99 € ✓prime	3 18,99 € (6,33 € / Stück) ✓prime	5 27,99 € (5,60 € / Stück)
-----------------------	--------------------------------------------	----------------------------------

Marke

AZDelivery

Hardwareschnittstelle

Radiofrequenz, Bluetooth, IDE

Lautsprecher

<https://www.youtube.com/watch?v=2lxZKSs2yxY>

Musikbelastbarkeit 2W (Dauerbelastbarkeit 1W)



Lautsprecher, 10pcs Interner Magnet
Lautsprecher 36mm 8Ω 2W Runder
Lautsprecher Multimedia Türklingel
Lautsprecher

Besuchen Sie den Walfront-Store

★★★★☆ 10 Sternebewertungen

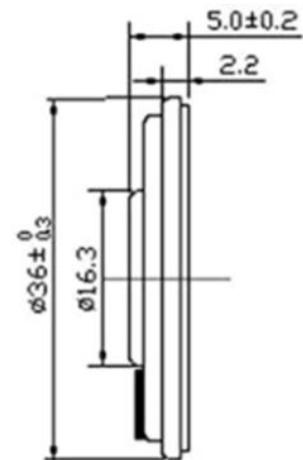
15⁴⁹ €

✓prime 1-Tages-Lieferung
& KOSTENLOSE Rücksendungen

Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. Weitere Informationen.

Jetzt Amazon-Konto aufladen und Ausgaben im Blick behalten.

Lautsprechertyp	Subwoofer
Marke	Walfront
Surround-Sound-Kanal-Konfiguration	2.0
Maximale Ausgabeleistung der Lautsprecher	2 Watt
Impedanz	8 Ohm

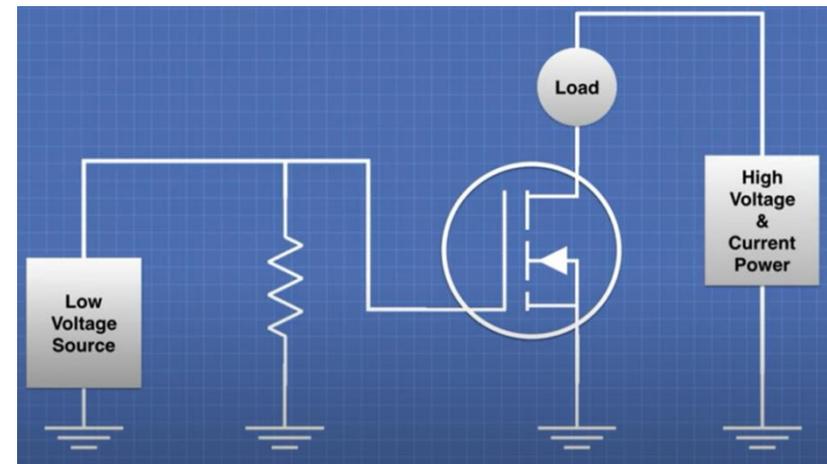
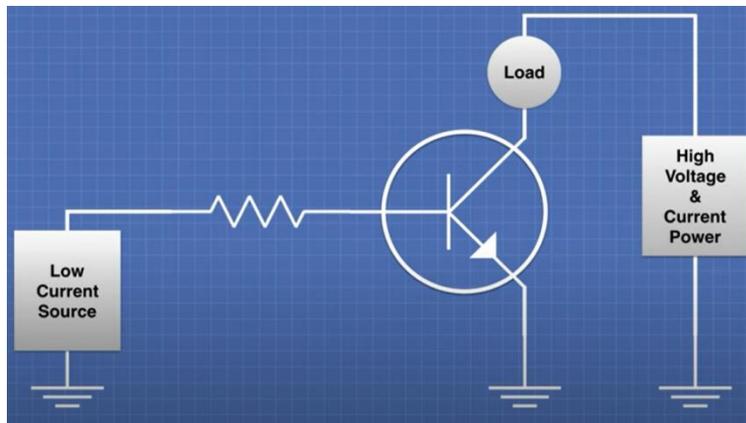
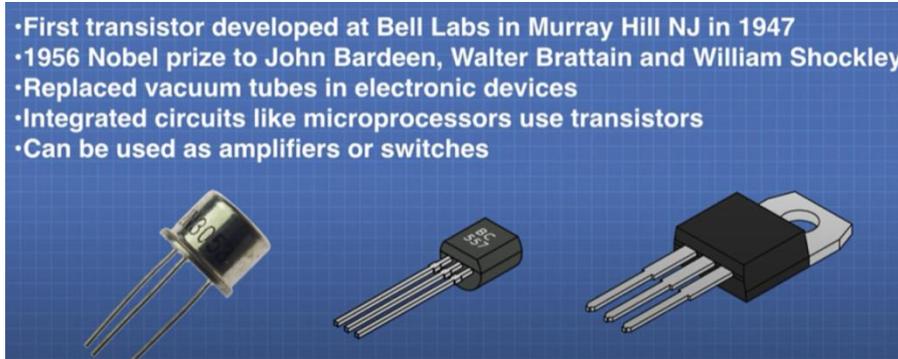


Transistor

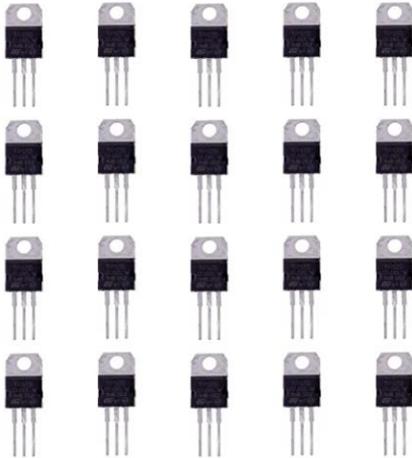
Wie Transistoren funktionieren - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=XvQW-U6Qse0>

- First transistor developed at Bell Labs in Murray Hill NJ in 1947
- 1956 Nobel prize to John Bardeen, Walter Brattain and William Shockley
- Replaced vacuum tubes in electronic devices
- Integrated circuits like microprocessors use transistors
- Can be used as amplifiers or switches



Darlington-Transistor TIP120



BOJACK TIP120 NPN 5 A 60 V Silizium Epitaxial
Leistungstransistor 5 Ampere 60 Volt Darlington Transistoren
TO-220 (Packung mit 20 Stück)

Marke: BOJACK

★★★★☆ 24 Sternebewertungen

9,99 €

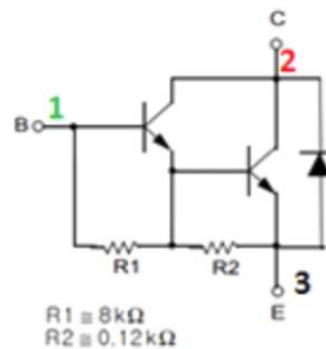
✓prime

& KOSTENLOSE Rücksendungen

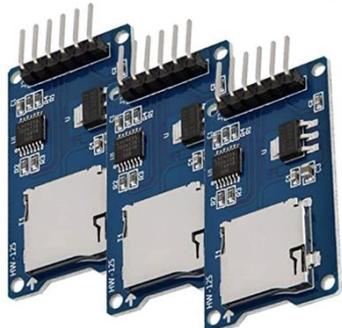
Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. Weitere Informationen.

Jetzt Amazon-Konto aufladen und Ausgaben im Blick behalten.

- Transistortyp: Darlington-Transistoren
- Transistorpolarität: NPN
- Kollektorstrom (Ic): 5 A
- Kollektorspannung (Vce0): 60 V
- Leistung: 2 W



Micro SD Card Modul



AZDelivery 3 x Set SPI Reader Micro Speicher Memory Card Shield Modul kompatibel mit A Book!

Besuchen Sie den AZDelivery-Store
★★★★★ 544 Sternebewertungen | 14 beantwortete Fragen
Amazon's Choice für "arduino sd card module"

5,49 € (1,83 € / Stück)

✓prime 1-Tages-Lieferung
& KOSTENLOSE Rücksendungen
Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Informationen.

Jetzt Amazon-Konto aufladen und Ausgaben im Blick behalten.

Stückzahl: 3

1	25	3	5
4,49 € ✓prime	17,99 € (0,72 € / Stück) ✓prime	5,49 € (1,83 € / Stück) ✓prime	6,49 € (1,30 € / Stück) ✓prime



inkl. SD-Adapter, schwarz

Besuchen Sie den Intenso-Store
★★★★★ 29.996 Sternebewertung

-25% 2,99 €
Unverb. Preisempf.: 3,99€

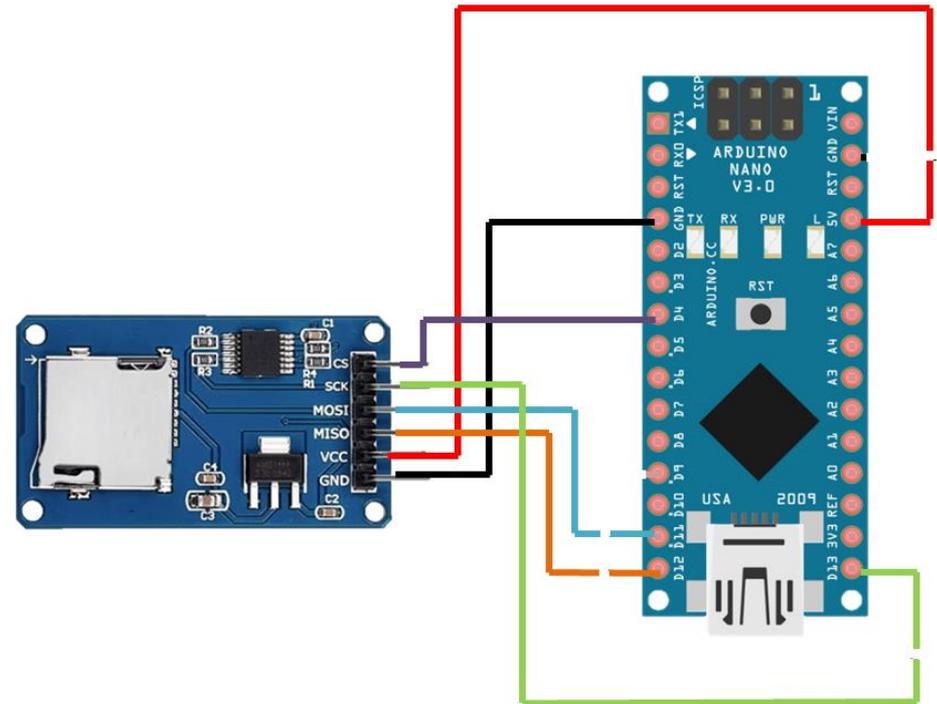
✓prime
& KOSTENLOSE Rücksendungen
Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lie Kasse variieren. Weitere Informationen.

Jetzt Amazon-Konto aufladen und Ausgaben in

Stil: Class 4
Class 10 **Class 4** UHS-1 UHS-

Größe: 4 GB
4 GB 8 GB 16 GB 32 GB
256 GB 512 GB

Marke Intenso
Flash-Speichertyp SD
Farbe Schwarz

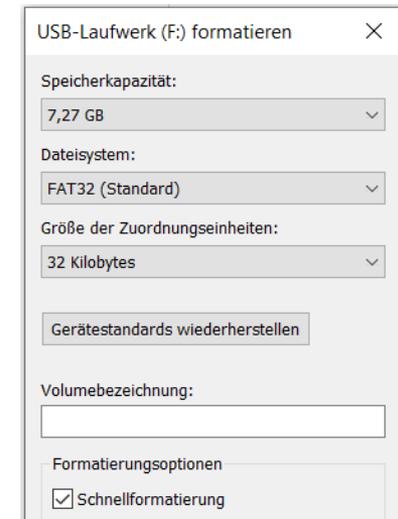
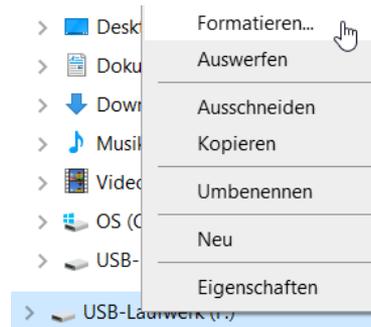


Siehe auch: <https://www.electronicshub.org/music-player-using-arduino/>

Formatieren der micro SD-Card am Windows Computer

Die SD-Karte wird über einen USB Adapter an den Computer angesteckt.

Rechter Mausklick auf „Formatieren“. Dann formatieren im FAT-Standard.



Achtung: Bei manchen SD-Adaptoren lässt sich ein Riegel mit der Bezeichnung "Lock" umlegen.

Dieser muss in der Ausgangsposition stehen. Ansonsten ist das Verändern von Daten auf der Karte nicht möglich.

Audiodateien - Formate

<https://www.magix.com/de/musik-bearbeiten/audioformate/>

Audioformate verständlich erklärt - PC SOS TV – YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=wwYe5FPm1TU>

WAV

Dateiendung: .wav

WAV-Dateien sind unkomprimiert und belegen deshalb viel Speicherplatz. Dafür lassen sie sich bei der Audibearbeitung gut nutzen und in nahezu jeder Software problemlos bearbeiten.

Eigentlich wurden WAV-Dateien 1991 für *Windows*-Rechner entwickelt. Sie lassen sich aber auch auf anderen Betriebssystemen abspielen und nutzen.

Vorteile:

muss beim Bearbeiten nicht kodiert / dekodiert werden

Nachteil:

sehr große Dateien

Audiodateien anlegen

Das Audioformat muß in ein .wav - File konvertiert werden.

Beispielsweise mittels des  aus mp3 - files.

<https://audio.online-convert.com/convert-to-wav>

Einstellungen:

- Change bit resolution: 8 Bit
- Change sampling rate: 16000 Hz
- Change audio channels: mono
- PCM format: PCM unsigned 8-bit

Optional Settings

Change bit resolution: ⓘ
8 Bit ▼

Change audio frequency: ⓘ
16000 Hz ▼

Change audio channels: ⓘ
Mono ▼

Trim audio:
Enter the timestamps of where you want to trim your audio. The format is HH:MM:SS. HH = hour, MM = minutes, SS = seconds.
Example: 00:02:23 for 2 minutes and 23 seconds.
00:00:00 to 00:00:00

Normalize audio ⓘ

Change PCM format: ⓘ
U8 ▼

Free (Registered)	24h pass	Monthly Subscription
€0	€7	€6 billed monthly
Total file size per conversion 100MB ⓘ	Total file size per conversion Please select: ⓘ 1 GB ▾	Total file size per conversion Please select: ⓘ 200 MB ▾
Sign up now!	Buy now!	Subscribe now!
Valid for any time	Valid for 24 hours	Valid for 1 month, subscription
-	Money back guarantee ⓘ	Money back guarantee ⓘ
Ads are displayed	Ad-free pages	Ad-free pages
Normal conversion speed	High priority conversion speed	Highest priority conversion speed
Maximum conversions per 24 hours 20 ⓘ	Maximum conversions per 24 hours 250 ⓘ	Maximum conversions per 24 hours 250 ⓘ
Files per conversion ⓘ 5	Files per conversion ⓘ 200	Files per conversion ⓘ 200
Sign up now!	Buy now!	Subscribe now!

Sign Up

Sign up to use the additional features

Create your account

[Continue with Facebook](#) 

Or sign up using your e-mail address

*E-Mail:

win

*Password:

ConFre

I accept the [Terms of Use](#) and the [Privacy Policy](#)

Sketche

[Inhaltsverzeichnis](#)

Zuordnung Arduino Nano Pins

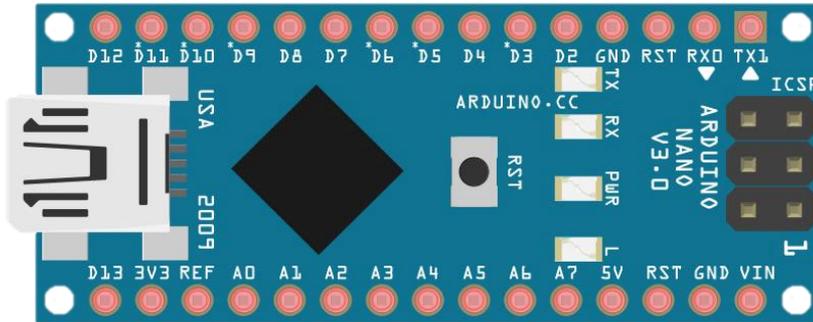
Nano	Funktion	Eing/Ausg	
D11~ (MOSI)	SPI Bus zum SD Card Adaptor	Ausgang	Master OUT Slave IN
D12~ (MISO)	SPI Bus zum SD Card Adaptor	Eingang	Master IN Slave OUT
D13 (SCK)	SPI Bus zum SD Card Adaptor	Ausgang	Serial Clock
D9~	Zur Basis des Transistors (über Wid. 100Ω)	Ausgang	
D4 (CS)	Zum SD Card Adaptor	Ausgang	Chip Select
D7~	Transmit Data zum HC-05	Eingang	UART-Bus , an RxD des HC-05 3,3V über Widerstände 2,2k/1,0k
D6~	Receive Data vom HC-05	Eingang	UART-Bus , von TxD des HC-05

~ Ausgang PWM möglich

* Eingang Interrupt möglich (D2...INT0 und D3...INT1)

Bei Arduino Nano: A6 und A7 nur als Analogeingänge, nicht als Digitalausgänge programmierbar

Arduino Nano Pins



Nach Anschluß des USB-Kabels:

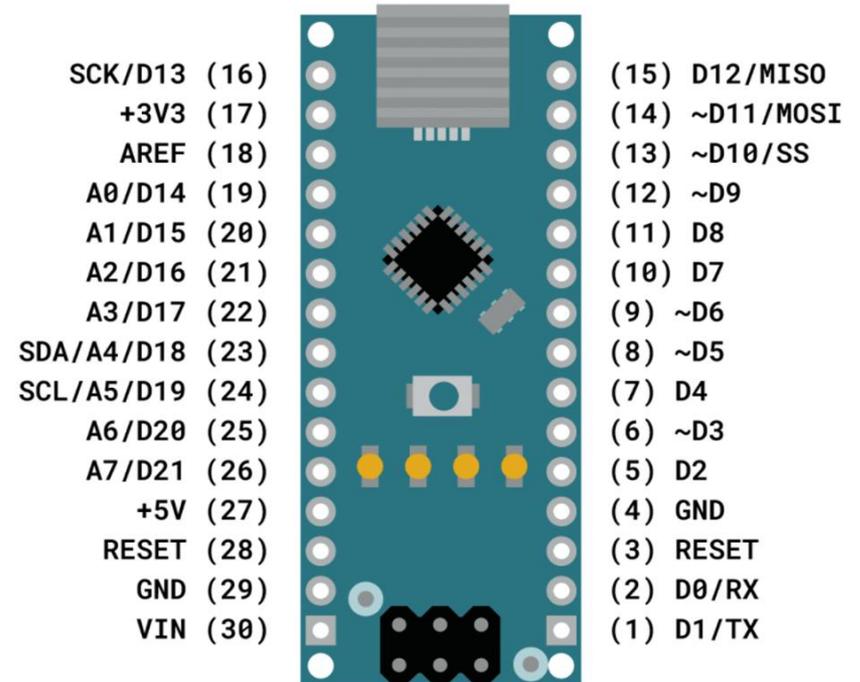
LED „PWR“ (oder „POW“) leuchtet rot
LED „L“ flackert, geht dann wieder aus

Upload sketch :



LED „L“ flackert einmal lang
LEDs „RX“ und „TX“ flackern kurz für einige Sekunden

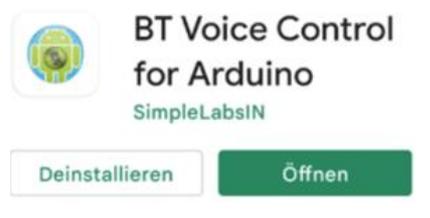
LED „L“ ist mit D13 verbunden
(auf UNO als auch NANO)



Sketch 90 Sprachsteuerung für interne LED

Es soll die interne LED am Nano durch Sprachsteuerung (Voice Control) von einem Smartphone ein/ausgeschaltet werden.

Dazu wird vom Google Play Store im Smartphone die App „BT Voice Control for Arduino“ installiert.



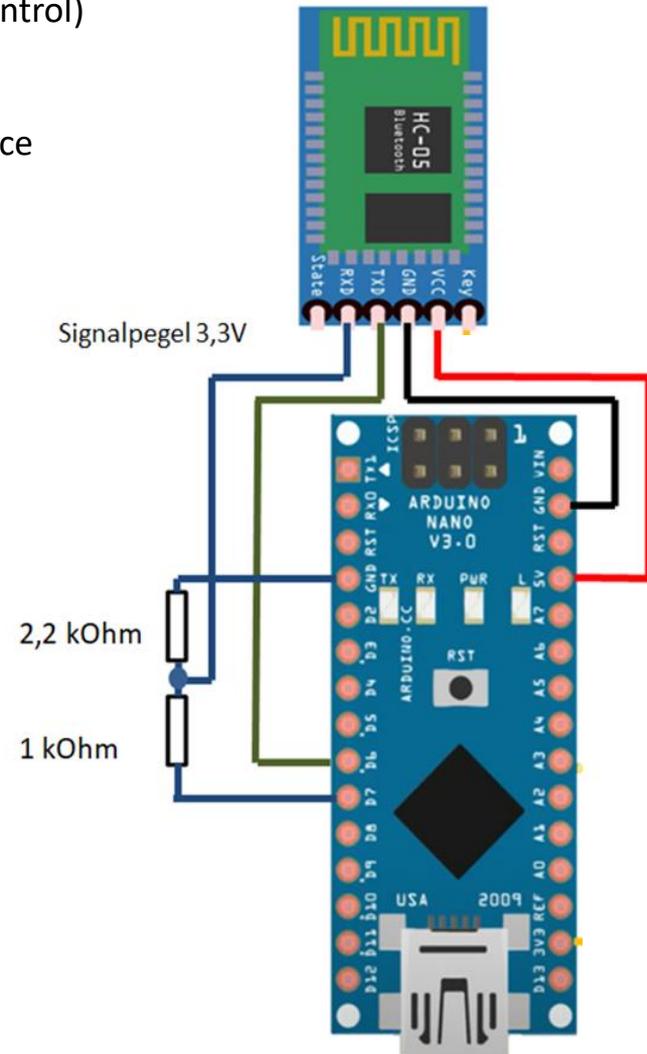
Es gibt auch andere Apps, man kann im Suchfeld eingeben „AMR Voice Control“ (Android Meets Robots).

Die App erkennt ins Mikrophon gesprochene Worte/Sätze und überträgt ein Schaltsignal an den Nano über Bluetooth unter Verwendung des Moduls HC-05.

Die Worte/Sätze werden in der App angezeigt.

Wichtig:

Sie müssen in der Schreibweise exakt den Strings im Sketch entsprechen.



Sketch 90 Sprachsteuerung für interne LED

Als Baudrate zum HC-05 wird 9600 verwendet, siehe im Sketch `HC_Serial.begin(9600)`.
Im allgemeinen ist das so im HC-05 so voreingestellt.

Wenn die Übertragung nicht funktioniert:

Es sollte die im HC-05 eingestellte Baudrate geprüft und eventuell mit AT-Befehlen umgestellt werden.
Konfiguration des HC-05 siehe Mechatronik Teil 4 "Sketch 85 Bluetooth Modul HC-05 konfigurieren".

Nach der Konfiguration des HC-05 wird das Modul wieder in den Normal-Modus versetzt:
Verbindung zum Key (EN) wieder getrennt oder das USB-Kabel kurz abziehen.

Der Sketch  wird gestartet, im Serial Monitor ersicht

```
COM3
|
|
Bereit
```

Die LED am Modul HC-05 blinkt schnell (falls langsam, befindet sich der HC-05 noch im AT-Modus).

Danach wird die App im Smartphone gestartet (siehe nächste Seite).

Nachdem die Bluetooth-Verbindung hergestellt ist und die App gestartet wurde (in der App Ausschrift "Connected"):

Die LED am Modul HC-05 blinkt zweimal kurz mit anschließender langer Pause.

Jetzt kann das Kommando "LED ein" bzw. "LED aus" ins Smartphone gesprochen werden.

Die LED wird entsprechend geschaltet, der Serial Monitor zeigt die Kommandos ebenfalls an.

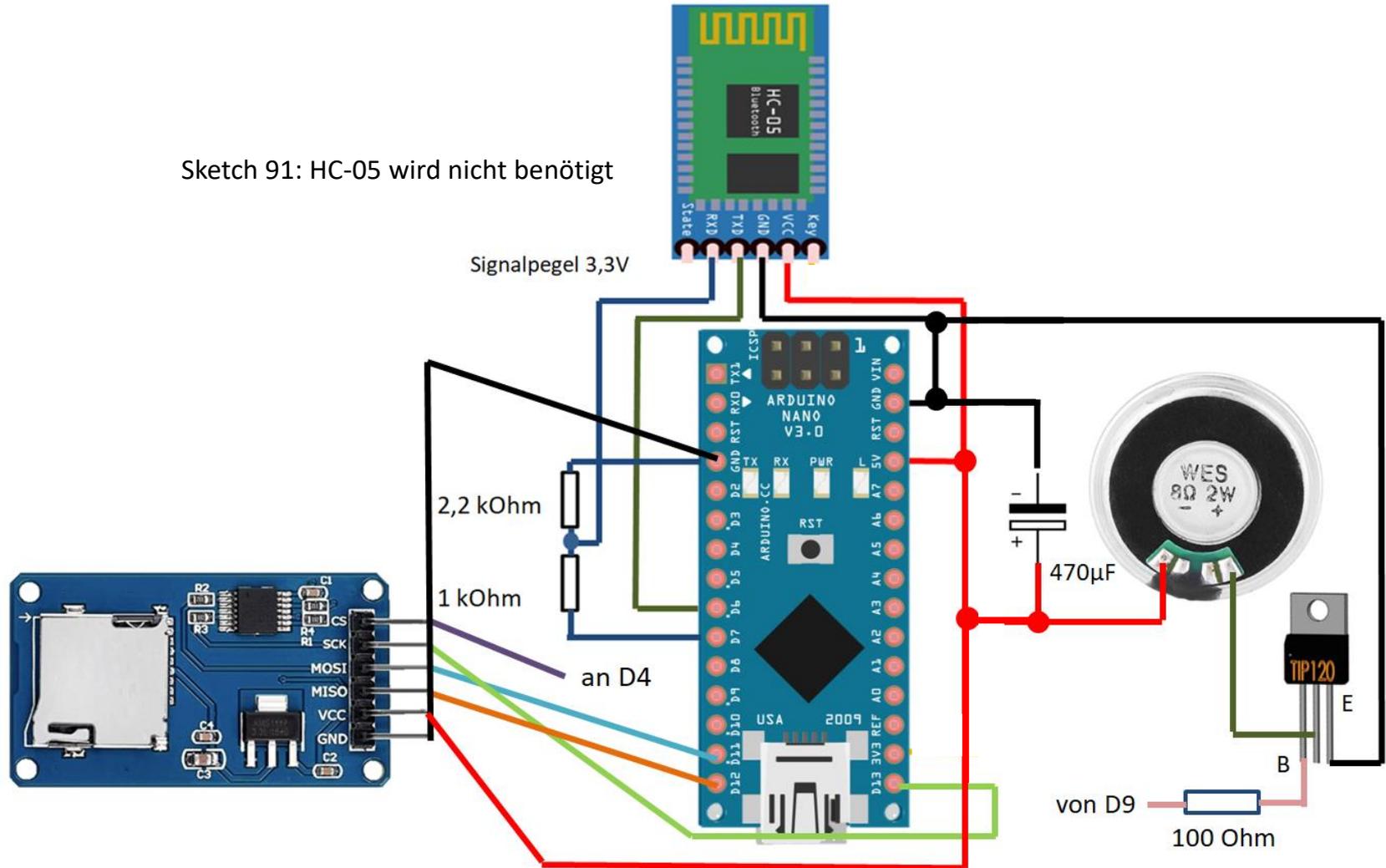
Wenn kein „Connected“ erscheint – Bluetooth deaktivieren und neu aktivieren mit Eingabe der Pin „1234“.

```
COM4
|
|
Bereit
*LED ein
*LED aus
```

Sketch 91 Songs + Sketch 92 Sprachsteuerung Songs

Stromversorgung über USB-Anschluß (Nano + Lautsprecher werden nicht zu heiß)

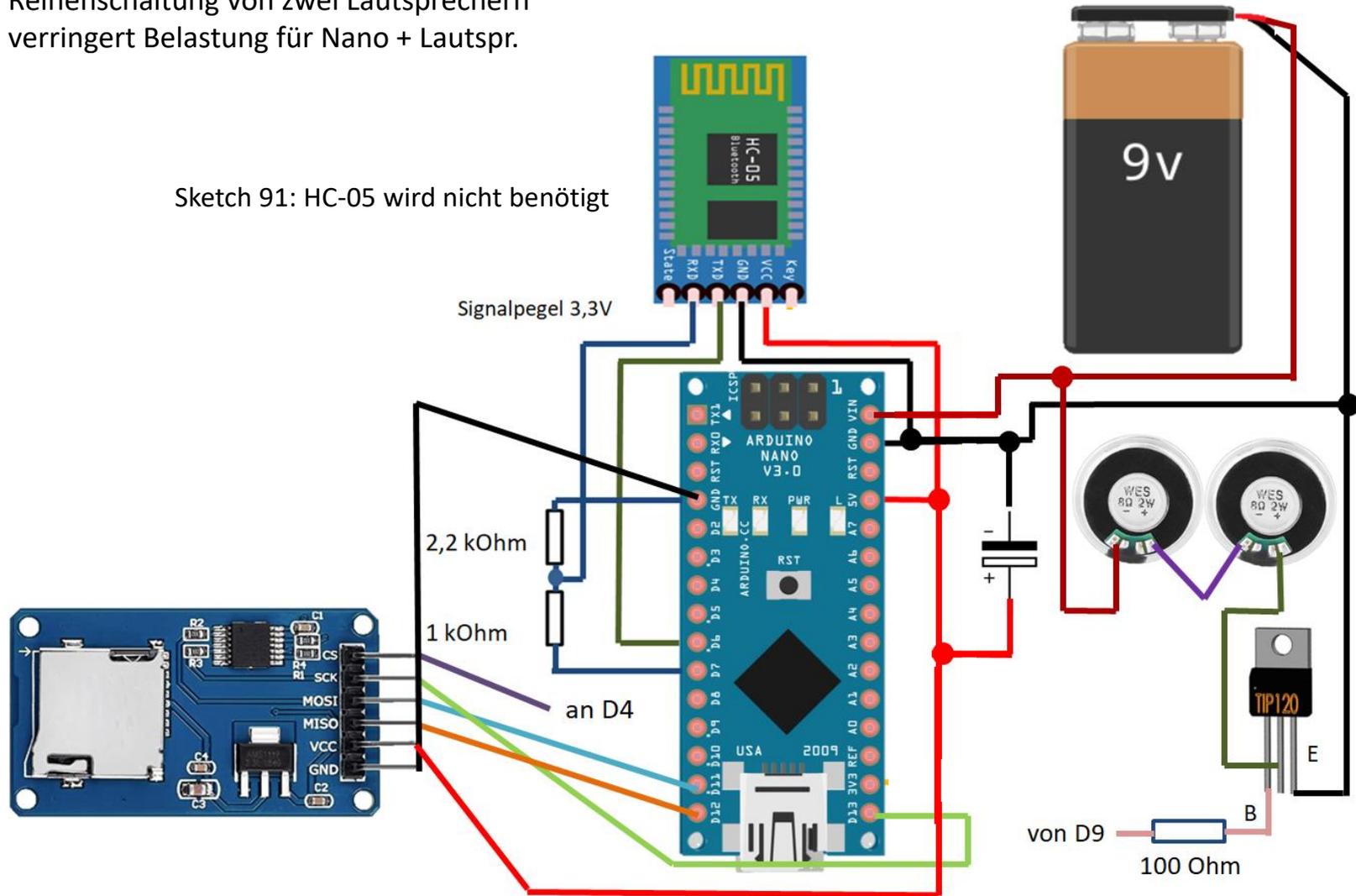
Sketch 91: HC-05 wird nicht benötigt



Sketch 91 Songs + Sketch 92 Sprachsteuerung Songs

Stromversorgung über 9V (Batterie) bzw. Akku 9,6V (voll geladen > 9,6V).
Reihenschaltung von zwei Lautsprechern verringert Belastung für Nano + Lautspr.

Sketch 91: HC-05 wird nicht benötigt



Sketch 90 Start der App

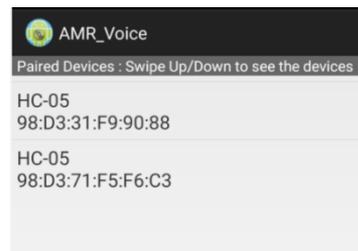
Bluetooth muß im Smartphone aktiviert werden.
HC-05 sollte jetzt als verfügbares Gerät angezeigt werden.
Als PIN wird eingegeben: 1234

Jetzt Starten der App.

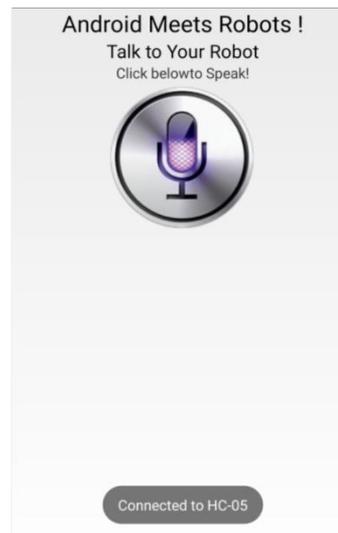
Rechts oben anklicken -
Connect Robot



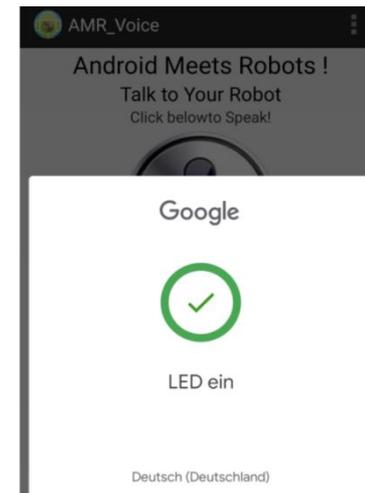
Das aktive HC-05 anklicken



Wenn verbunden –
Kommando sprechen



App hat den Text erkannt



Sketch 91 Abspielen Songs

Abspielen von Songs, die auf einer micro SD-Card gespeichert sind.

Jeweils nur solange, wie die Zeit in der Variablen "dauer" eingestellt ist.

Die Songs müssen als .wav-Datei („wave“) gespeichert sein (Details siehe Abschnitt oben "Tutorial").

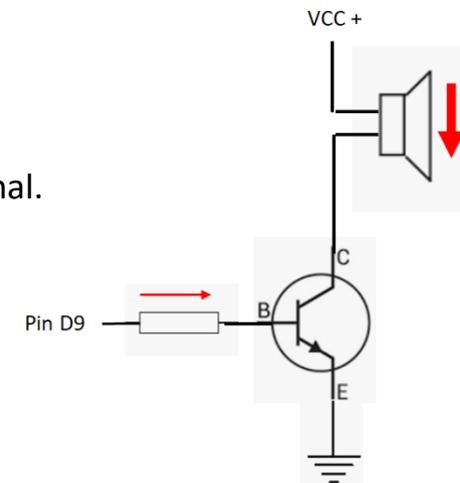
Die benötigten Bibliotheksprogramme siehe nächste Seite.

Mit `tmrpcm.setVolume()` kann die Lautstärke eingestellt werden (bei >5 verzerrt).

Die Ausgabe des Signals erfolgt von Pin D9.

Der Arduino gibt an D9 ein digitales PWM-Signal aus – kein Sinus-Analogsignal.
Nur positive Spannungen.

Mit einer einfachen Transistor-Stufe wird das Signal verstärkt.



Siehe auch: <https://www.electronicshub.org/music-player-using-arduino>

Bibliotheksprogramme für den Arduino-Sketch

Diese Bibliotheksprogramme sind bereits im standardmässigen Programmpaket der Arduino-IDE enthalten:

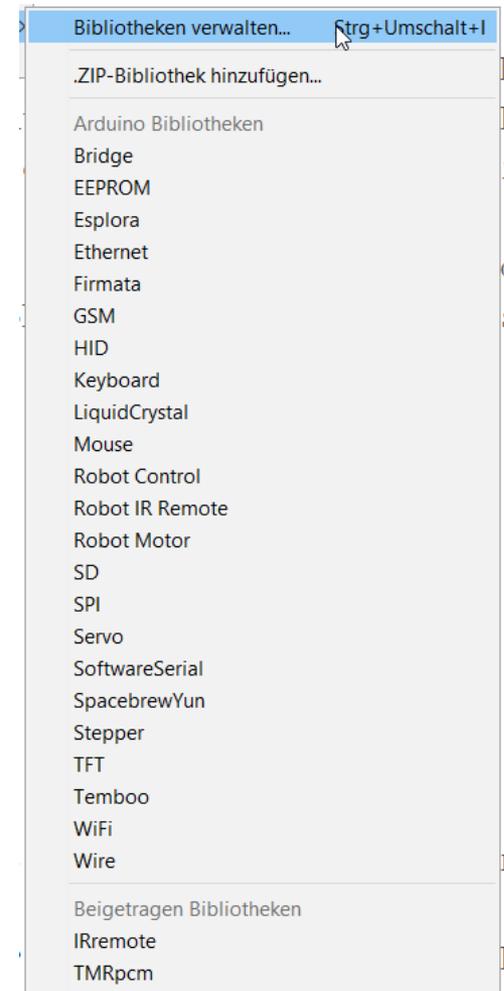
SD.h für Betrieb des SD Card Readers
SP.h für die SPI-Schnittstelle (siehe auch Anhang)

Dieses Bibliotheksprogramm muß zusätzlich installiert werden:

TMRpcm.h für das Abspielen der PCM/WAV – Dateien

In die IDE muß dann eingetragen werden:

```
#include <SD.h>
#include <TMRpcm.h>
#include <SPI.h>
```



Sketch 92 Sprachsteuerung Songs

Abspielen von Songs, die auf einer micro SD-Card gespeichert sind.

Der Sketch funktioniert nur mit max. 21 einzelnen Titeln.

Die Songs müssen als .wav-Datei gespeichert sein.

Der Aufruf des jeweiligen Songs erfolgt per Sprachsteuerung von einem Smartphone mit der App „BT Voice Control for Arduino“.

Der gesprochene Text wird von der App in eine Zeichenfolge umgewandelt und auch angezeigt und muss exakt der im Sketch hinterlegten Zeichenfolge entsprechen, auch Groß-Kleinbuchstaben (zum Beispiel „Spiele Song 1“).

Siehe auch: <https://www.electronicshub.org/music-player-using-arduino/>

Übertragen werden die Zeichenfolgen per Bluetooth vom Phone zu einem Modul HC-05 und weiter zum Arduino.

Als Baudrate zum HC-05 wird 9600 verwendet, siehe auch unten `HC_Serial.begin(9600)`.
Im allgemeinen ist das im HC-05 so voreingestellt.

Wenn nicht, muss die Baudrate mit AT-Befehlen umgestellt werden.

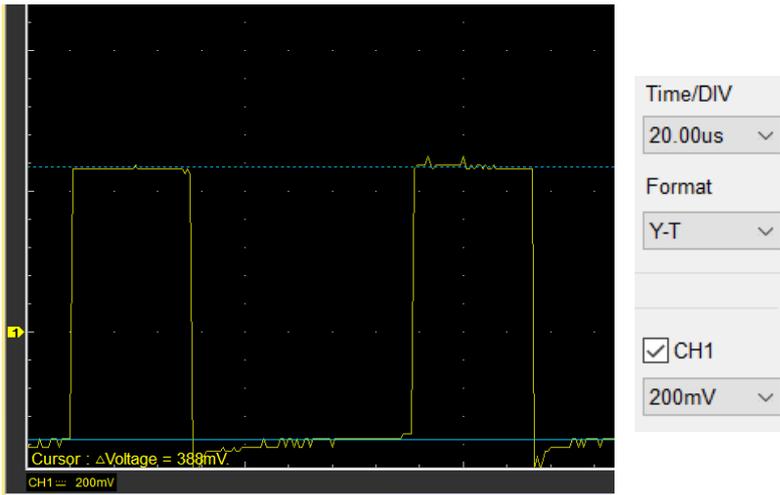
Konfiguration des HC-05 siehe Mechatronik Teil 4 "Sketch 85 Bluetooth Modul HC-05 konfigurieren".

Die Ausgabe an den Lautsprecher erfolgt von Pin D9 über einen Transistor-Verstärker.
Mit `tmrpcm.setVolume(5)` kann die Lautstärke eingestellt werden (bei >5 verzerrt).

Wenn das USB-Kabel angesteckt bleibt, erfolgt auch eine Anzeige im Serial Monitor.



Messungen mit Hantek Oszilloskop

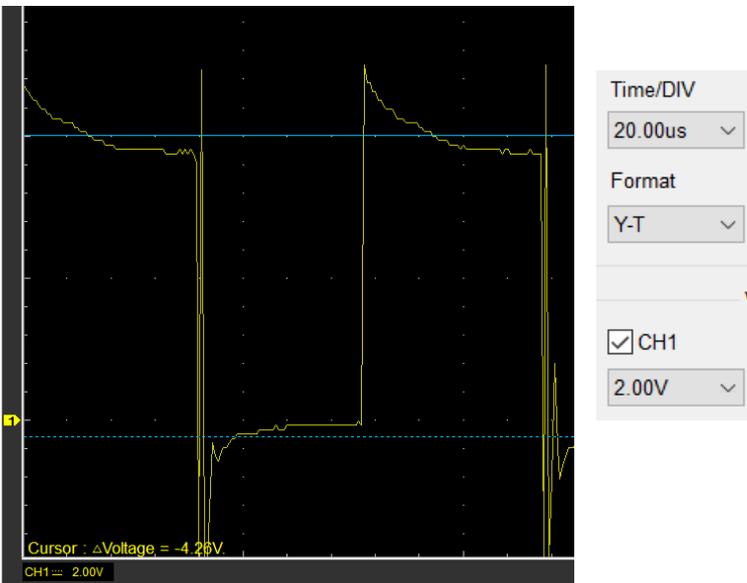


Messung erfolgte bei Anschluß Alkaline Batterie 9V an VIN.

Spannung an Pin 5V gemessen: 4,9 V (im Betrieb).

Messung Spannung über Basiswiderstand 100 Ω .

-> Basis-Strom = $0,39 \text{ V} / 100 \Omega = 4 \text{ mA}$



Messung Spannung über Lautsprecherwiderstand 8 Ω .

-> Kollektor-Strom $I = 4,25 \text{ V} / 8 \Omega = 530 \text{ mA}$

-> Stromverstärkung $B = 130$

Anhang

[Inhaltsverzeichnis](#)

SPI-Bus

Siehe auch Mechatronik Teil 3.

Serial Peripheral Interface

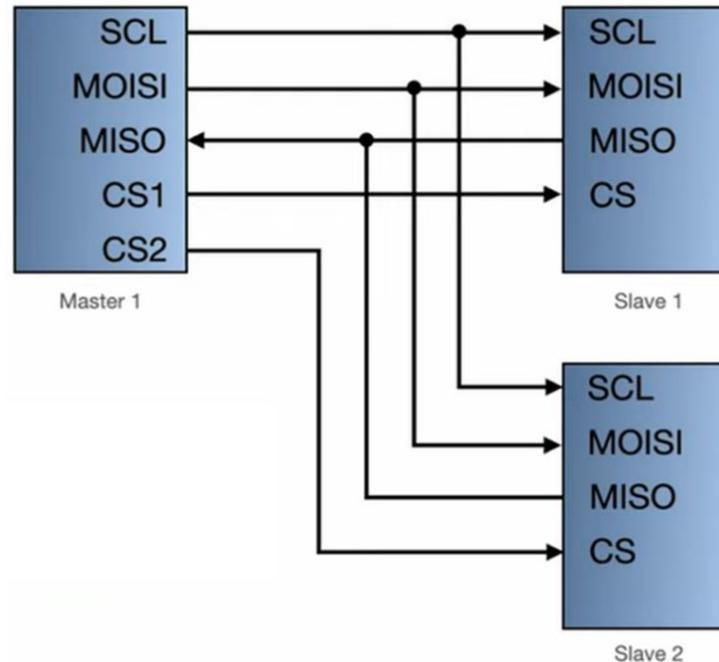


Serial Clock Line

Master Output, Slave In

Master Input, Slave ut

Chip Select

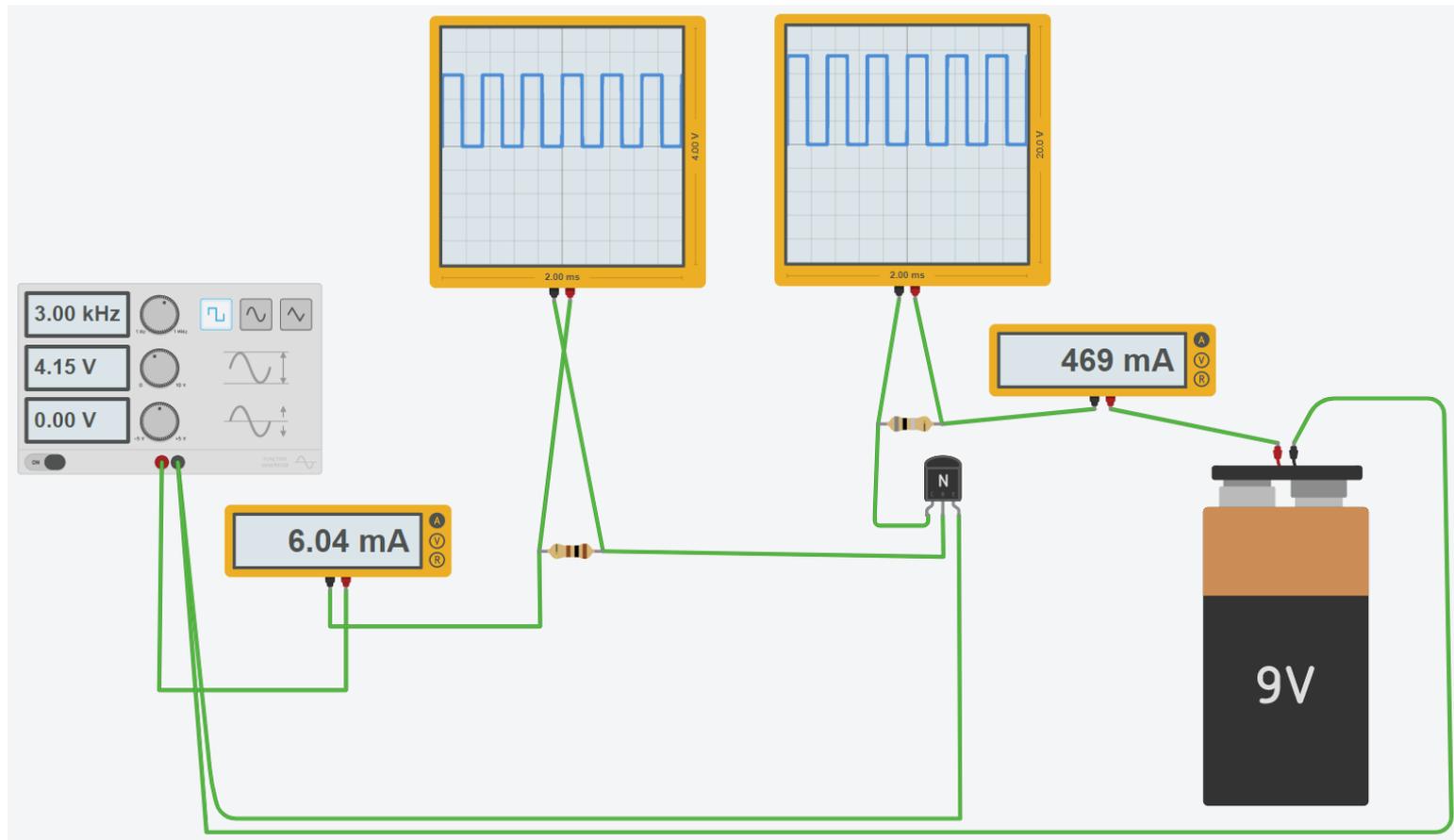


https://www.youtube.com/watch?v=k3v_1111111111

Schaltungs-Simulation mit TinkerCad

Siehe Mechatronik Teil 1, Anhang.

3D-Entwürfe
Schaltkreise



Der Simulator läuft online und ist kostenlos.

Eine Installation auf dem Computer oder eine Registrierung sind nicht erforderlich.

Die Ergebnisse können als Datei oder als Web-Link heruntergeladen werden.

Aufruf:

<https://www.falstad.com/circuit/>

Im Menü unten kann in Vollbild-Modus umgeschaltet werden.

Zurück mit Rechtsklick auf Stelle neben „Schaltungen“:



Siehe auch:

<https://www.youtube.com/watch?v=0k41Pj8yjSA>

<https://www.youtube.com/watch?v=jv1k34allGc>

oder

<https://www.youtube.com/watch?v=g1lbKZkwUBE>

Schaltungs-Simulation mit Falstad

Einfügen von Text:

Alternativ auch Rechtsklick auf beliebiger Stelle oder Eingabe „t“.



Eingabe rückgängig machen:



Oszilloskop aktivieren:

Rechtsklick auf Bauteil

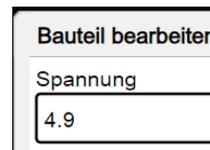


GND einfügen:

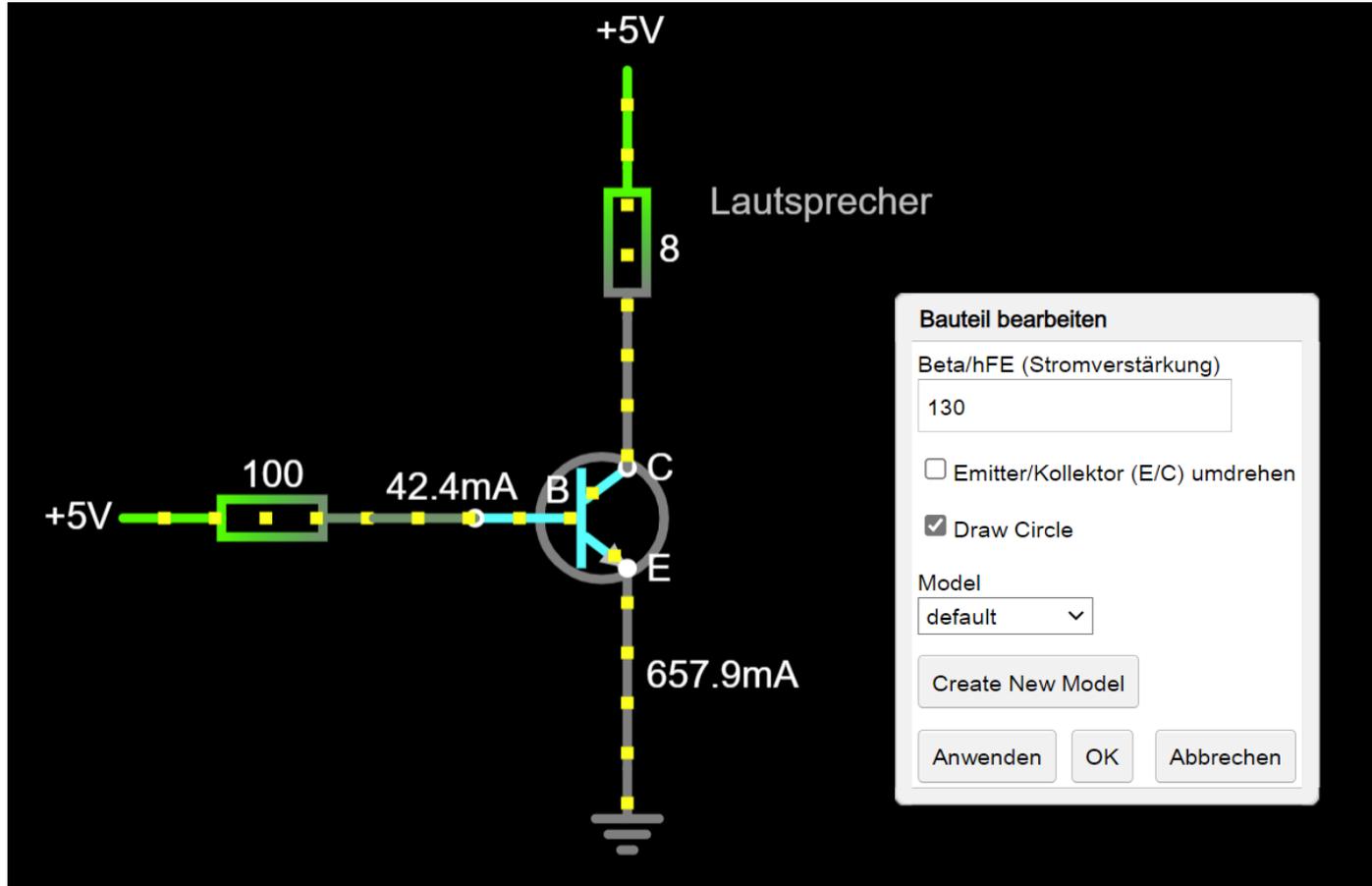


Beachten:

Alle Angaben mit Pkt anstatt Komma:



Schaltungs-Simulation mit Falstad



Ende
Teil 5

[Inhaltsverzeichnis](#)