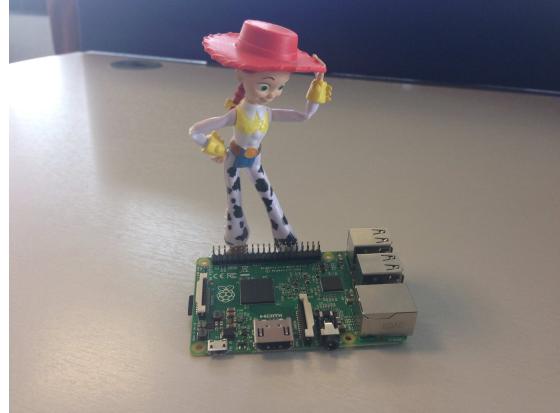


Quick Guide: C/C++ für Raspberry Pi

(C) dsyleixa 2015-2020, Stand: 01.12.2020

Anleitungen und Einstellungen insb. für Raspberry Pi 2 mit Raspbian Betriebssystem

- für Raspberry Pi 3 ebenfalls mit nur wenigen Anpassungen verwendbar
- getestete Raspbian Versionen: Jessie und Stretch



https://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2015/09/IMG_0727.jpg

Lizenz-Hinweise:

für alle hier veröffentlichten Software-Source-Codes gilt:

```
/*
// (C) dsyleixa 2015-2019
// freie Verwendung für private Zwecke
// für kommerzielle Zwecke nur nach Genehmigung durch den Autor.
// Programming language: C/C++
// protected under the friendly
// Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
//
// alle Codes wurden zur Verfügung gestellt in der Hoffnung, dass sie nützlich sind,
// Irrtümer vorbehalten, Benutzung auf eigenes Risiko,
// ohne Anspruch auf Schadenersatz, Garantie oder Gewährleistung
// für irgendwelche eventuellen Schäden, die aus ihrer Benutzung entstehen könnten.
//
// unabhängig hiervon gelten die Lizenz-rechtlichen Bestimmungen der Original-Autoren
//
*/
```

DONATE / SPENDE:

Gefällt dir dieses Kompendium und möchtest du dafür einen kleinen Betrag über PAYPAL spenden?

Dann klicke einfach auf diesen Link -

-> [Ja, ich möchte etwas als Anerkennung spenden](#) <-

https://www.paypal.com/cgi-bin/webscr?cmd=_s-xclick&hosted_button_id=Q58RCVK67EM9Q

Ein ganz herzliches Dankeschön! 🎉

Raspberry Pi GPIO Header

BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM
		3.3v	1	2	5v	
2	i2c-1	8	SDA.1	3	5V	
3	i2c-1	9	SCL.1	5	0v	
4		7	1-Wire	7	TxD	15 UART 14
			0v	9	RxD	16 UART 15
17		0	GPIO. 0	11	GPIO. 1	1 18
27		2	GPIO. 2	13	0v	
22		3	GPIO. 3	15	GPIO. 4	4 23
			3.3v	17	GPIO. 5	5 24
10		12	MOSI	19	0v	
9		13	MISO	21	GPIO. 6	6 25
11		14	SCLK	23	CE0	10 8
			0v	25	CE1	11 7
0	i2c-0	30	SDA.0	27	SCL.0	31 i2c-0 1
5		21	GPIO.21	29	0v	
6		22	GPIO.22	31	GPIO.26	26 pwm0 12
13	pwm1	23	GPIO.23	33	0v	
19		24	GPIO.24	35	GPIO.27	27 16
26		25	GPIO.25	37	GPIO.28	28 20
			0v	39	GPIO.29	29 21
BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM

Inhaltsverzeichnis

QUICK GUIDE: C/C++ FÜR RASPBERRY PI	1
GPIOS:	7
a) System-Update und github Zugang installieren	14
b) Geany IDE installieren und konfigurieren	14
(Die letzten Parameterübergaben können variiieren, je nachdem, welche GPIO Verwaltungssoftware benutzt wird (alternativ z.B. pigpio, s.u.).)	14
e) ...und das erste Testprogramm für C++ ... !!	16
raylib: neue alternative Grafik-Lib:	33
GPIO-ACCESS: WIRINGPI UND PIGPIO	34
1) GPIO Libs installieren:	34
a) wiringPi:	34
b) pigpio:	35
2) Beispiele für GPIO-Access:	35
a) Beispielcode für wiringPi:	35
b) Beispielcode für pigpio:	37
c) Übersicht über die GPIO-Belegung und Nummerierung (Raspberry Pi B+ oder 2B mit 40 Pins)	39
d) Testprogramm für GPIO Pins wiringPi	40
Verkabelung von Pins als Output mit pwm für LEDs und für stärkere Lasten	40
Aufbau:	40
1 LED an pin 1 (Header_pin 12 == BCM_GPIO_18) in Serie mit 470 Ohm an +3.3V	40
e) Programmierung: 1 Pin (pin 0) als Output für 1 LED	42
f) GPIO-Access alternativ ohne wiringPi / pigpio:	43
VERKABELUNG VON SCHALTERN	45
a) mit externen Widerständen:	45
Aufbau:	45
b) Alternativ: Programmierung von Schaltern mit internen Widerständen und pwm:	45
ANSTEUERN VON (LEGO) DC (ENCODER-) MOTOREN PER L293D H-BRÜCKE:	47
Schematische Verkabelung:	48
typedef struct {	50
Schematische Verkabelung:	62
typedef struct {	64
RASPBERRY PI: UART SCHNITTSTELLE (PI B+ UND PI 2)	72
für den Raspi :	77

http://www.ebay.de/itm/USB-Seriell-TTL-LVTTL-Adapter-Converter-fur-z-B-Arduino-inkl-Kabel-/301883482496	88
Die Pins für I2C liegen auf dem Raspi auf den folgenden GPIOs:	90
c) Den RasPi per I2C mit Arduino verbinden:	92
[size=120][color=#FF0000] (I2C) CMPS11 (IMU = 3D-Gyroscope, 3D-Compass, 3D-Accelerometer):[/color][/size]	97
(I2C) Real Time Clock RTC DS3231 :	100
(I2C) Ultraschall Sensoren Devantech SRF-02 und SRF-08	108
[img]http://www.roboter-teile.de/Oxid/out/pictures/master/product/1/srf08_250_p1.jpg[/img]	108
(dig. GPIO) : Pololu Dual MC33926 Motortreiber	115
Servo-Controller-Board Lynxmotion SSC-32U	118
(I2C) MCP23017 : 16x I/O-Multiplexer	120
b) Demo Code von Gordon Henderson:	122
(I2C) MCP23008 : 8x I/O Multiplexer	130
a) mit wiring Pi:	130
(SPI) MCP3008 : 8x ADC	135
(I2C) ADS1115 4xADC 16-bit	136
MULTITHREADING / MULTITASKING (C/C++, POSIX PTHREAD)	140
b) prinzipielle Benutzung von pthread	140
c) Code example für pthread	141
Lego Berührungs-/ Touch Sensor (ADC):	149
Lego Licht / Light Sensor (ADC):	149
For install, clone this repository onto the Raspberry Pi:	157
Quick Install	157
BrickPi3 Example: Motor Test Programm motors.c:	165
DISPLAYS	171
einfacher Testcode, testweise zusammen mit wiringPi :	172
HaWe Brickbench-Test mit OLED:	175
Display HDMI 5" / 7" 800x480 und 1024x600	184
Zenity : Datei-Auswahl im Fenster-Menü	195
ähnlich OpenFileDialog/SaveFileDialog: zenity --file-selection über pipe einlesen:	195
A.) Töne über die Konsole abspielen	197

b) .wav files abspielen	197
ARDUINO-IDE UND RASPBERRY PI :	207
OPENCV COMPUTERVISION	209
c) Test Programm:	210
d) openCV Anwendungen:	211
QT :	218
Optionale Tools und Settings	223
optional: Heimnetz und Windows Workgroup	226
Linux Tipps, Tools und Add-Ons (optional)	233

Tutorials und spez. Links:

Raspberry Pi Tutorials:

Tutorial dt. Raspberry Pi Forum:

<http://www.forum-raspberrypi.de/Thread-tutorial-raspberry-pi-starter-guide>

Einführung Embedded Linux:

http://rn-wissen.de/wiki/index.php/Embedded_Linux_Einstieg_leicht_gemacht

Raspberry Pi magazine:

<https://www.raspberrypi.org/magpi/issues>

Raspberry Pi C/C++ projects:

<http://www.raspberry-projects.com/pi/category/programming-in-c>

Link zu Raspberry Pi Ressources:

http://www.robot-electronics.co.uk/htm/raspberry_pi_examples.htm

INFO: updates to Raspbian:

<https://www.raspberrypi.org/blog/another-update-raspbian/>

<https://www.raspberrypi.org/blog/introducing-pixel/>

Raspberry Pi für Dummies:

<https://www.thalia.de/shop/home/rubrikartikel/ID64103087.html?ProvID=11000522>

C/C++ Tutorials:

Einsteiger-Programmierkurs: C für Raspberry Pi (free download)

<https://www.raspberrypi.org/magpi/issues/essentials-c-v1/>

berichtigte Auflage: http://fractal.math.unr.edu/~ejolson/pi/Essentials_C_Modified.pdf

C++ for dummies:

http://www.cs.uah.edu/~rcoleman/Common/C_Reference/C++%20For%20DUMMIES.pdf

Tutorial C language:

<http://c-language.com/>

C++ learnCPP.com:

<https://www.learnCPP.com/>

GPIOs:

Raspberry Pi GPIO Header

BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM
		3.3v	1	2	5v	
2	i2c-1	8	SDA.1	3	4	5V
3	i2c-1	9	SCL.1	5	6	0v
4		7	1-Wire	7	8	TxD
			0v	9	10	RxD
17		0	GPIO. 0	11	12	GPIO. 1
27		2	GPIO. 2	13	14	0v
22		3	GPIO. 3	15	16	GPIO. 4
			3.3v	17	18	GPIO. 5
10		12	MOSI	19	20	0v
9		13	MISO	21	22	GPIO. 6
11		14	SCLK	23	24	CE0
			0v	25	26	CE1
0	i2c-0	30	SDA.0	27	28	SCL.0
5		21	GPIO.21	29	30	0v
6		22	GPIO.22	31	32	GPIO.26
13	pwm1	23	GPIO.23	33	34	0v
19		24	GPIO.24	35	36	GPIO.27
26		25	GPIO.25	37	38	GPIO.28
			0v	39	40	GPIO.29
BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM

DONATE / SPENDE:

Gefällt dir dieses Kompendium und möchtest du dafür einen kleinen Betrag über PAYPAL spenden ?

Dann klicke einfach auf diesen Link :

-> [Ja, ich möchte etwas als Anerkennung spenden](#) <-

https://www.paypal.com/cgi-bin/webscr?cmd=_s-xclick&hosted_button_id=Q58RCVK67EM9Q

Ein ganz herzliches Dankeschön! 😊

Raspberry Pi: Erstinstallation

Vorbereitungen und erste Schritte:

a) SD-Karte ab 8GB, besser aber 16 -32 GB

mit FAT32-formatieren, am besten nicht über Windows sondern mit dem SD Formatter der SD Association:

https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/

b) Download des **NOOBS** zip-Files und weitere Anleitung:

<https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/>

zip-File entpacken und Inhalt des entpackten Ordners einfach auf die SD-Karte kopieren.

alternativ: Download NUR von Raspbian (Jessie oder Stretch):

<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

Installation Guide:

<https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/installing-images/README.md>

das .img Image mit Win32DiskImager auf SD schreiben.

c) An den Raspi Maus, Tastatur und ein HDMI-Display anschließen.

Eine LAN-Kabelverbindung mit Internet ist sehr hilfreich für alle Installationsoptionen.

Am besten daher auch ein LAN-Kabel anschließen oder notfalls einen WiFi-Stick einsetzen.

d) SD-Karte in Raspi einstecken und dann Raspi starten.

(Noobs erstellt selbstständig das LINUX File System samt aller Installations- und Programmdateien.)

e) Aus den dann angezeigten Optionen Raspbian auswählen.

Aufpassen, dass man bereits hier vorher deutsche Sprache und deutsches Keyboard als Option mit anwählt (ganz unten, unter der Liste).

Der Rest läuft jetzt vollautomatisch!

f) Update/Upgrade auf aktuelle Version:

Nach abgeschlossener Installation Terminal/Konsolen-Fenster öffnen:

Menu > Other > LX Terminal

und eingeben:

sudo apt-get update

sudo apt-get upgrade

#dann

sudo reboot now

sudo apt-get autoremove

weitere spezielle Upgrade-Prozeduren finden sich bei den jeweiligen Releases

Jetzt holt sich der RPi automatisch übers Internet die aktuellsten Daten (wenn das Internet funktioniert).

Kontrolle der eingespielten Version im LXTerminal:

cat /etc/os-release

Ausgabe dann z.B.:

PRETTY_NAME="Raspbian GNU/Linux 8 (jessie)"

NAME="Raspbian GNU/Linux"

VERSION_ID="8"

VERSION="8 (jessie)"

ID=raspbian

ID_LIKE=debian

HOME_URL="<http://www.raspbian.org/>"

SUPPORT_URL="<http://www.raspbian.org/RaspbianForums>"

BUG_REPORT_URL="<http://www.raspbian.org/RaspbianBugs>"

genaue Version:

uname -a

ergibt z.B.: Linux raspberrypi 4.4.13-v7+

wenn das Internet nicht funktioniert: s. nächstes Kapitel!

Raspberry Pi: Netzwerk, Internet, USB, externe Laufwerke
 LAN, WLAN und Internet: a) Kabelgebundenes LAN einrichten
 wenn nicht automatisch erkannt: network/interfaces manuell abändern:
 dazu erst eine Sicherheitskopie erstellen:

sudo cp /etc/network/interfaces /etc/network/interfaces_bak

Einstellungen in network/interfaces :

Standardeinträge in network/interfaces sind:

```
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)
# Please note that this file is written to be used with dhcpcd
# For static IP, consult /etc/dhcpcd.conf and 'man dhcpcd.conf'
# Include files from /etc/network/interfaces.d:
source-directory /etc/network/interfaces.d

auto lo
iface lo inet loopback

iface eth0 inet manual
#alternativ:
#iface eth0 inet dhcp

allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet manual
wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
#alternativ:
#iface eth0 inet dhcp
allow-hotplug wlan1
iface wlan1 inet manual
wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
#alternativ:
#iface eth0 inet dhcp
```

b) WLAN einrichten

Lit.: <https://www.raspberrypi.org/documentation/configuration/wireless/>

[A] WLAN-Netzwerk-Verbindung über die GUI verbinden und überprüfen

[color=#008000] Raspbian Desktop:[/color]

das WLAN-Netzwerk-Tool der GUI zeigt beim Anklicken die verfügbaren Netzwerke und beim Anklicken des Netzwerkes wird das Passwort abgefragt.

falls die GUI noch nicht gestartet wurde: Eingabe von der Konsole: startx

wenn die GUI gestartet ist, oben rechts in der Taskleiste auf das Antennen-Symbol klicken (auf der rechten Seite, neben dem Lautstärke Icon). Dort klickt man mit der linken Maustaste drauf und es wird eine Liste mit verfügbaren WLAN-Netzwerken angezeigt.

Sollte das nicht der Fall sein, einfach etwas warten, ggf. mal neustarten, wenn man den WLAN USB-Stick gerade neu eingesteckt hat. Dort einfach auf das richtige Netzwerk klicken und den Schlüssel eingeben.

[B] manuelle Installation und Konfiguration

Quelle: <http://www.forum-raspberrypi.de/Thread-raspbian-wlan-geht-nicht-bin-am-durch-checken?pid=179585#pid179585>

1. Terminal starten (z.B LX-Terminal)

2. Update des Systems:

sudo apt-get update

sudo apt-get upgrade

sudo apt-get autoremove

(bei Problemen mit LAN-Schnittstelle überspringen)

3. überprüfen, ob der WLAN-Stick angeschlossen ist:

lsusb listet alle via USB angeschlossenen Geräte auf.

Darunter müsste sich auch der WLAN-Stick befinden

(Anm.: WLAN-Stick kurz rausziehen, dann sollte wlan0 gar nicht mehr auftauchen, wenn man ifconfig eingibt.

Das heißt also, wenn wlan0 auftaucht, wird auch der Stick erkannt)4. Ist der WLAN-Stick erfolgreich erkannt worden, die Netzwerk-Config aufrufen: sudo ifconfig

Dort müsste mit wlan0 der Stick als Schnittstelle fürs WLAN eingetragen sein.5. Sicherheitskopie der WLAN-Einstellungen erstellen: sudo cp /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf.bak

für den Fall, dass etwas schief läuft, kann man den alten Stand leicht wieder herstellen.

6. dann WLAN-Config-Dateien editieren:

sudo leafpad /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf

unter der Zeile:

ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev update_config=1

folgendes eintragen:

```
network={  
    ssid="meinWLANNETZNAME"  
    psk="meinPASSWORT"  
}
```

zwischen den Anführungszeichen den echten Namen für SSID und das WLAN-Passwort (PSK) einfügen.

7. statische IP setzen:

um eine statische IP zu setzen, funktionieren IP- Einträge in /etc/network/interfaces meistens nicht.

Stattdessen:

Einträge in /etc/network/interfaces auf "manual" setzen, also z.B.

iface wlan0 inet manual

Dann diese Datei öffnen: sudo leafpad /etc/dhcpd.conf

und am Ende hinzufügen(# hier ntl die richtigen/gewünschten IP einsetzen!) interface wlan0

static ip_address=192.168.1.10/24

static routers=192.168.1.1

static domain_name_servers=192.168.1.1 Anm.: /24 steht für subnet mask 255.255.255.0

als letztes dann immer neu starten:

sudo reboot

c) alternativen Internet-Browser einrichten

Iceweasel (Firefox-Klon):

sudo apt-get install iceweasel

neuerdings auch:

```
sudo apt-get install firefox-esr
```

einfache Vorversuche mit Python:

<https://tutorials-raspberrypi.de/raspberry-pi-gpio-erklaerung-beginner-programmierung-lernen/>

<https://raspuino.wordpress.com/2014/03/24/raspberry-pi-led-blinken-lassen-mit-python/>

<https://thepihut.com/blogs/raspberry-pi-tutorials/27968772-turning-on-an-led-with-your-raspberry-pis-gpio-pins>

Raspberry Pi: Geany mit gcc/g++

<http://www.geany.org/>

<http://plugins.geany.org/downloads.html>

Anm.: bei den aktuellen Jessie-Builds mit Pixel-Oberfläche ist Geany bereits komplett vorinstalliert und kann über das Untermenü "Programmierung" gestartet werden!

a) System-Update und github Zugang installieren

Terminal/Konsolen-Fenster öffnen: Menu > Other > LX Terminal

Zum Download und zur Installation eingeben:

sudo apt-get update

sudo apt-get upgrade

sudo reboot now

sudo apt-get install git

b) Geany IDE installieren und konfigurieren

Terminal/Konsolen-Fenster öffnen: Menu > Other > LX Terminal

Zum Download und zu Installation von Geany eingeben:

sudo apt-get install geany

Geany wird im Menü unter "Entwicklungswerkzeuge" abgelegt. Hier kann man auch eine Verknüpfung für den Desktop erstellen.

Einstellungen für Geany vornehmen:

[color=#FF0000]Geany -> Datei -> Neu(aus Vorlage)[/color] -> main.c;

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <string.h>

#include <errno.h>

#include <unistd.h>

#include <fcntl.h>

#include <termios.h>

#include <math.h>

die Standard-Vorlagen sind im Systemverzeichnis /usr/share/geany/templates/files/.

Falls man die Vorlagen nicht systemweit ändern will, kann man sie ins Benutzer-Verzeichnis \$HOME/.config/geany/templates/files/ kopieren und dort bearbeiten.

edit: klappt noch nicht... :falsch:

Erstellen -> Kommandos zum Kompilieren/Erstellen konfigurieren :

Kompilieren: gcc -Wall -c "%f"

Erstellen: gcc -Wall -o "%e" "%f"

(Die letzten Parameterübergaben können variieren, je nachdem, welche GPIO Verwaltungssoftware benutzt wird (alternativ z.B. pigpio, s.u.).)

Ausführen: „sudo ./%e“

// Sollte der aktuelle Benutzer zur Gruppe root gehören, entfällt sudo.

Nun kann man

Kompilieren mit F8

Erstellen mit F9 und

Ausführen mit F5

das ist schon alles für die Raspi-C-Compiler Basis-Installation, jetzt kann's schon losgehen!

Alternative für Build- Parameter -Wall :

```
-Werror -Wfatal-errors
```

c) 1. Testprogramm in ANSI-C, ob alle wichtigen libs vorhanden und korrekt eingebunden werden...!
(was kommt jetzt wohl...)

```
//-----
/*
 * test_gcc
 *
 * version
 */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char **argv)
{
    printf("Hello World!");
    return 0;
}
//-----
```

d) Einstellungen für C++:

genau wie oben, nur jetzt immer g++ statt gcc :

Erstellen -> Kommandos zum Kompilieren/Erstellen konfigurieren ->[/color]

Kompilieren: g++ -Wall -c "%f"

Erstellen: g++ -Wall -o "%e" "%f"

optionaler Parameter für C(++)11:

-std=c++11

Ausführen: "sudo ./%e"

// Sollte der aktuelle Benutzer zur Gruppe root gehören, entfällt sudo.

e) ...und das erste Testprogramm für C++ ... !!

```
//-----
/*
 * test_g++
 *
 * version
 *
 */
#include <iostream>
#include <limits>
using namespace std;

const int SIZE = 81;

int main ()
{
    char array[SIZE];
    cout << "Bitte einen Text eingeben: ";
    cin.getline(array, SIZE);
    array[SIZE-1] = 0;
    cin.ignore(std::numeric_limits<std::streamsize>::max(), '\n');

    cout << "Eingabe war: " << array << endl;
}
//-----
```

f) Links zu C/C++ source code Examples:
 (wird später noch teilw. detaillierter darauf eingegangen)
http://www.robot-electronics.co.uk/htm/raspberry_pi_examples.htm

<https://git.drogon.net/?p=wiringPi;a=commit;h=b1dfc186efe327aa1d59de43ef631a2fa24e7c95>

g) Compile / build mit Standard C++(11) :
 zusätzlicher compile/build flag:
`-std=c++11`

h) Upgrade zu gcc/gpp 6.x :

Pi 2 (old) ARM 7:

```
wget ftp://ftp.fu-berlin.de/unix/languages/gcc/releases/gcc-6.3.0/gcc-6.3.0.tar.bz2
tar xvf gcc-6.3.0.tar.bz2
cd gcc-6.3.0
contrib/download_prerequisites
mkdir obj
cd obj
./configure -v --enable-languages=c,c++ --with-cpu=cortex-a7 \
--with-fpu=neon-vfpv4 --with-float=hard --build=arm-linux-gnueabihf \
--host=arm-linux-gnueabihf --target=arm-linux-gnueabihf
```

sudo dd if=/dev/zero of=/swapfile1GB bs=1M count=1024

sudo chmod 0600 /swapfile1GB

sudo mkswap /swapfile1GB

sudo swapon /swapfile1GB

make -j5

sudo make install

Pi 3 ARMv8 (Cortex-A53):

für den neuen Pi 2 oder den Pi 3 den configure block ersetzen durch:

```
./configure -v --enable-languages=c,c++ --with-cpu=cortex-a53 \
--with-fpu=neon-fp-armv8 --with-float=hard --build=arm-linux-gnueabihf \
--host=arm-linux-gnueabihf --target=arm-linux-gnueabihf
```

- i) für Raspbian Stretch: keine Ausgabe im Terminal:

I found another solution (to my own problem !) after much searching and some experimentation :

Change the first line after [tools] in `~/.config/geany/geany.conf`

to

`terminal_cmd=x-terminal-emulator --command="/bin/sh %c"`

and reboot

openVG Grafik Libs für HDMI-Ausgabe installieren

a) C/C++ openvg Grafik Basis-lib:

Inzwischen stehen 2 Github-openvg Libs mit etwas unterschiedlichem Funktionsumfang zur Verfügung, beide lassen sich einzeln auf identische Weise installieren:

Original-Libs von ajstarks: <https://github.com/ajstarks/openvg>

erweiterte Fork von Paeryn: <https://github.com/paeryn/openvg/> (s. auch nächster Punkt b !)

wegen eingeschränkter Features bei ajstark's fork beschreibe ich hier nur Paeryn's fork:

b) erweiterte Grafik-API: openvg von Paeryn

Diese Lib bietet zusätzliche Grafik-API Erweiterung für umrandete grafische Figuren, ermöglicht die Definition einer Grafik-Fenster-Position und Größe (nicht nur Full-Screen !), außerdem vereinfachen sie das Sichtbarmachen und Verstecken des Grafik-Screens gegenüber dem Konsolen-Fenster und dem Desktop erheblich, inklusive einer einstellbaren Transparenz (!!); Die folgende Seite ist im Aufbau begriffen und wird zunehmend erweitert.

Inzwischen ist die Komplett-Installation dieser "Fork" sehr ähnlich mit der von ajstarks (s.o.), nur eben aus einem anderen Github-Stammverzeichnis, aber sie wird auch künftig weitere zusätzliche Funktionen erhalten (geplant u.a.: einfachere TTF-Font-Einbindung):

Installationsanleitung:

<https://github.com/paeryn/openvg/>

<https://github.com/paeryn/openvg/tree/windowsave>

die folgenden Schritte kann man als bash script speichern (z.B openvg_setup.sh) und dann einfach durchlaufen lassen:

```
# openVG install script
# Paeryn's fork
```

```
echo "starting openvg installation..."
echo
cd /home/pi/
#cd /home/pi/openvg
#sudo make uninstall
#cd ..
if [ -e /home/pi/openvg.old/ ]; then
rm -rf /home/pi/openvg.old/
fi
# backup for updates
#mv openvg openvg.old
cd /home/pi/
sudo apt-get install libjpeg8-dev indent libfreetype6-dev ttf-dejavu-core libpng12-dev
libfontconfig1-dev
git clone git://github.com/paeryn/openvg
cd openvg
git checkout windowsave
make
sudo make install
cd client
make all
make test
cd /home/pi/
echo
echo "openvg installation finished!"
```

```
echo
echo "press Enter to quit"
read reply
exit
```

Re: How to increase OpenVG time performances

Yes, I tried gpu_freq=400 and force_turbo=1 in config.txt and it really makes the difference.

Re: Stretch: how to install latest openVG version with Dot() function?

<https://lb.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=217680>

```
git checkout windowsave
# not screenshot !!
```

Demo-Programm:

[quote]The program "shapedemo" exercises a high-level API built on OpenVG found in libshapes.c.[/quote]

```
./shapedemo          # show a reference card
./shapedemo raspi    # show a self-portrait
./shapedemo image     # show four test images
./shapedemo astro     # the sun and the earth, to scale
./shapedemo text      # show blocks of text in serif, sans, and mono
fonts
./shapedemo rand 10   # show 10 random shapes
./shapedemo rotate 10 a # rotated and faded "a"
./shapedemo test "hello, world" # show a test pattern, with "hello, world" at
mid-display in sans, serif, and mono.
./shapedemo fontsize    # show a range of font sizes (per
<https://speakerdeck.com/u/idangazit/p/better-products-through-typography>)
./shapedemo demo 10      # run through the demo, pausing 10 seconds
between each one; contemplate the awesome.
```

#includes für die eigenen Programme:

```
#include "VG/openvg.h"
#include "VG/vgu.h"
#include "fontinfo.h"
#include "shapes.h"
```

Compilieren per Kommandozeile:

```
gcc -I/opt/vc/include -I/opt/vc/include/interface/vmcs_host/linux -
I/opt/vc/include/interface/vcos/pthreads anysource.c -o anysource -lshapes
./ansysource
```

entsprechende Settings für Geany - bisherige Einstellungen abändern! :

Geany settings for compile:

```
g++ -Wall -pthread -I/opt/vc/include -lshapes -c "%f" -lwiringPi
```

Geany settings for make/build:

```
g++ -Wall -pthread -I/opt/vc/include -lshapes -o "%e" "%f" -lwiringPi
```

Testcode von Paeryn:

```
// first OpenVG program
// Anthony Starks (ajstarks@gmail.com)
// Adapted for paeryn's fork by paeryn
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include "VG/openvg.h"
#include "VG/vgu.h"
#include "fontinfo.h"
#include "shapes.h"

int main() {
    int width, height;
    char s[3];

    // Request a window size of 600x360 with top-left at 20,20
    InitWindowSize(20, 20, 600, 360);
    InitShapes(&width, &height);           // init Graphics initialization

    Start(width, height);                // Start the picture
    Background(0, 0, 0);                // Black background
    Fill(44, 77, 232, 1);              // Big blue marble
    Circle(width / 2, 0, width);        // The "world"

    Fill(255, 255, 255, 1);           // White text
    TextMid(width / 2, height / 2, "hello, world", SerifTypeface, width / 10);
                                         // Greetings
    End();                            // End the picture
```

WindowOpacity(128); // Make the window half opacity

```
        // Can now see what is behind it
    fgets(s, 2, stdin);                  // look at the pic, end with [RETURN]
    FinishShapes();                     // finish, Graphics cleanup
    exit(0);
}
```



[img][zusätzliche outlined shapes i Paryn's Lib:](https://camo.githubusercontent.com/21b4855b88bc797c5f1d54a2ceda5fc97feb175f/687474703a2f2f6661726d392e737461746963666c69636b722e636f6d2f383433362f373832383936393138305f623733646233626631392e6a7067[/img]</p>
</div>
<div data-bbox=)

```
void RectOutline(VGfloat x, VGfloat y, VGfloat w, VGfloat h)
void RoundrectOutline(VGfloat x, VGfloat y, VGfloat w, VGfloat h, VGfloat rw, VGfloat rh)
void CircleOutline(VGfloat x, VGfloat y, VGfloat r)
void EllipseOutline(VGfloat x, VGfloat y, VGfloat w, VGfloat h)
void ArcOutline(VGfloat x, VGfloat y, VGfloat w, VGfloat h, VGfloat sa, VGfloat aext)
void QbezierOutline(VGfloat sx, VGfloat sy, VGfloat cx, VGfloat cy, VGfloat ex, VGfloat ey)
void CbezierOutline(VGfloat sx, VGfloat sy, VGfloat cx, VGfloat cy, VGfloat px, VGfloat py,
VGfloat ex, VGfloat ey)
ganz neu: Punkt an (x,y) setzen (feine oder grobe Auflösung als true/false)
void Dot(VGfloat x, VGfloat y, bool smooth);
```

Generelle Syntax zu Initialisieren und Beenden von openVG:

```
InitWindowSize(1,1, 520,400);
InitShapes(&_scrwidth_, &_scrheight_);
Start(width, height);
Background(0, 0, 0);
StrokeWidth(1.0);
Stroke(255, 255, 255, 1.0);
RectOutline(100, 100, 50, 50);
End();
FinishShapes();
```

c) Installation: Update für Raspbian Stretch

In the Makefile change

```
-lGLESv2 -lEGL
to
-lbrcmGLESv2 -lbrcmEGL
```

Stretch has libjpeg9 available which is fine (Jessie only had libjpeg8 in the main repo), I think libjpeg8 is still available if you want but libshapes works with either.

d) Farbnamen / Farbkonstanten (Decimal Color Codes)

zusätzlich mein eigener Beitrag zu Farbnamen / Farbkonstanten:

```
// decimal Color Codes
#define RED          255, 0, 0
#define SIGNRED     175, 30, 45
#define STRAWBERRY   190, 38, 37
#define RASPBERRY    135, 38, 87

#define MAGENTA     255, 0, 255
#define DARKMAGENTA 139, 0, 139
#define ROSE         255, 0, 204
```

```

#define PURPLE      160, 32, 240
#define PINK        255, 192, 203
#define DEEPPINK    255, 20, 147

#define YELLOW     255, 255, 0
#define SIGNYELLOW 255, 209, 22
#define LIGHTYELLOW 255, 255, 224
#define PAPAYA      255, 255, 126
#define PEACH       254, 240, 219
#define COPPER      184, 115, 51
#define LIGHTCOPPER 237, 195, 147
#define GOLD        255, 215, 0
#define ORANGE      255, 102, 0
#define SIGNORANGE  221, 117, 0
#define TANGERINE   255, 114, 22
#define SALMON      250, 128, 114
#define APRICOT     251, 161, 108

#define LIME         0, 255, 0
#define GREEN        0, 128, 0
#define SIGNGREEN   0, 107, 87
#define LIGHTGREEN   144, 238, 144
#define DARKGREEN   47, 79, 47
#define MINTGREEN   189, 252, 201

#define CYAN         0, 255, 255
#define LIGHTCYAN   224, 255, 255

#define BLUE         0, 0, 255
#define SIGNBLUE    0, 63, 135
#define DARKBLUE    0, 0, 139
#define NAVY         0, 0, 128
#define ULTRAMARINE 18, 10, 143
#define MARBLEBLUE  44, 77, 232
#define SKYBLUE     135, 206, 235
#define LIGHTBLUE   173, 216, 230
#define BLUEBERRY   117, 161, 208
#define AQUA         102, 204, 204
#define AQUAMARINE  112, 219, 147
#define VIOLET       143, 94, 153
#define WILDVIOLET  130, 11, 187

#define BROWN        128, 42, 42
#define SIGNBROWN   96, 51, 17
#define OCHRE        204, 119, 34
#define BRONZE       140, 120, 83

#define BLACK        0, 0, 0
#define WHITE        255, 255, 255
#define GRAY25       64, 64, 64
#define GRAY50       127, 127, 127
#define GRAY75       191, 191, 191
#define LIGHTGRAY   211, 211, 211
#define SILVER       192, 192, 192

```

Quelle: <http://www.december.com/html/spec/colordeccompact.html>

Anwendung mit Stroke und Fill:

Stroke(RED, 1);

```
Fill (VIOLET, 0.3);
```

Update: Im neuen Release (Stand: Feb. 2016) hat Paeryn am Ende von shapes.h auch eigene Farbnamen-Konstanten definiert, sie beginnen alle mit colour_....

e) Geschwindigkeit mit GPU erhöhen:

in config.txt:

```
gpu_freq=400  
force_turbo=1
```

f) Benchmark Testcode für Mathematik-, Textausgabe- und Grafik-Funktionen:

```
// HaWe Brickbench
// benchmark test for NXT/EV3 and similar Micro Controllers
// PL: GCC, Raspi, Raspbian Linux
// Autor: (C) Helmut Wunder 2013,2014
// ported to Raspi by "HaWe"
//
// freie Verwendung für private Zwecke
// für kommerzielle Zwecke nur nach schriftlicher Genehmigung durch den Autor.
// protected under the friendly Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0
Unported License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
// version 1.09.007 25.10.2015

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>

#include <stdint.h>
#include <time.h>
#include <sys/time.h>

//#include "VG/openvg.h"
#include "VG/vgu.h"
#include "fontinfo.h"
#include "shapes.h"

unsigned long runtime[8];
int a[500], b[500], c[500], t[500];
uint32_t timer()
{
    struct timeval now;
    uint32_t ticks;
    gettimeofday(&now, NULL);
    ticks=now.tv_sec*1000+now.tv_usec/1000;
    return(ticks);
}

//-----
// Mersenne Twister
//-----

unsigned long randM(void) {
const int M = 7;
const unsigned long A[2] = { 0, 0x8ebfd028 };

```

```

static unsigned long y[25];
static int index = 25+1;

if(index >= 25) {
    int k;
    if(index > 25) {
        unsigned long r = 9, s = 3402;
        for(k=0 ; k<25 ; ++k) {
            r = 509845221 * r + 3;
            s *= s + 1;
            y[k] = s + (r >> 10);
        }
    }
    for(k=0 ; k<25-M ; ++k)
        y[k] = y[k+M] ^ (y[k]>> 1) ^ A[y[k] & 1];
    for(; k<25 ; ++k)
        y[k] = y[k+(M-25)] ^ (y[k]>> 1) ^ A[y[k] & 1];
    index = 0;
}

unsigned long e = y[index++];
e ^= (e << 7) & 0x2b5b2500;
e ^= (e << 15) & 0xdb8b0000;
e ^= (e >> 16);
return e;
}

//-----
// Matrix Algebra
//-----

// matrix * matrix multiplication (matrix product)
void MatrixMatrixMult(int N, int M, int K, double *A, double *B, double *C) {
    int i, j, s;
    for(i = 0; i < N; ++i) {
        for(j = 0; j < K; ++j) {
            C[i*K+j] = 0;
            for(s = 0; s < M; ++s) {
                C[i*K+j] += A[i*N+s] * B[s*M+j];
            }
        }
    }
}

// matrix determinant
double MatrixDet(int N, double A[]) {
    int i, j, i_count, j_count, count = 0;
    double Asub[N - 1][N - 1], det = 0;
}

```

```

if (N == 1)
    return *A;
if (N == 2)
    return ((*A) * (*(A+1+1*N)) - (*(A+1*N)) * (*(A+1)));
for (count = 0; count < N; count++) {
    i_count = 0;
    for (i = 1; i < N; i++) {
        j_count = 0;
        for (j = 0; j < N; j++) {
            if (j == count)
                continue;
            Asub[i_count][j_count] = *(A+i+j*N);
            j_count++;
        }
        i_count++;
    }
    det += pow(-1, count) * A[0+count*N] * MatrixDet(N - 1, &Asub[0][0]);
}
return det;
}

```

```

//-----
// shell sort
//-----

void shellsort(int size, int* A)
{
    int i, j, increment;
    int temp;
    increment = size / 2;

    while (increment > 0) {
        for (i = increment; i < size; i++) {
            j = i;
            temp = A[i];
            while ((j >= increment) && (A[j-increment] > temp)) {
                A[j] = A[j - increment];
                j = j - increment;
            }
            A[j] = temp;
        }
        if (increment == 2)

```

```

increment = 1;
else
    increment = (unsigned int) (increment / 2.2);
}

//-----
// gnu quick sort
// (optional)
//-----

int compare_int (const int *a, const int *b)
{
    int temp = *a - *b;
    if (temp > 0)          return 1;
    else if (temp < 0)      return -1;
    else                     return 0;
}

// gnu qsort:
// void qsort (void *a , size_a count, size_a size, compare_function)
// gnu qsort call for a[500] array of int:
// qsort (a , 500, sizeof(a), compare_int)

//-----
// benchmark test procedures
//-----


int test_Int_Add() {
    int i=1, j=11, k=112, l=1111, m=11111, n=-1, o=-11, p=-111, q=-1112, r=-11111;
    int x;
    volatile long s=0;
    for(x=0;x<10000;++x) {
        s+=i; s+=j; s+=k; s+=l; s+=m; s+=n; s+=o; s+=p; s+=q; s+=r;
    }
    return s;
}

long test_Int_Mult() {
    int x,y;
    volatile long s;

    for(y=0;y<2000;++y) {
        s=1;
        for(x=1;x<=13;++x) { s*=x; }
        for (x=13;x>0;--x) { s/=x; }

    }
    return s;
}

```

```
}
```

```
#define PI M_PI
```

```
double test_float_math() {
    volatile double s=PI;
    int y;

    for(y=0;y<1000;++y) {
        s*=sqrt(s);
        s=sin(s);
        s=exp(s);
        s*=s;
    }
    return s;
}
```

```
long test_rand_MT(){
    volatile unsigned long s;
    int y;

    for(y=0;y<5000;++y) {
        s=randM()%10001;
    }
    return s;
}
```

```
double test_matrix_math() {
    int x;
    double A[2][2], B[2][2], C[2][2];
    double S[3][3], T[3][3];
    unsigned long s;

    for(x=0;x<250;++x) {
        A[0][0]=1;    A[0][1]=3;
        A[1][0]=2;    A[1][1]=4;
```

B[0][0]=10; B[0][1]=30;

B[1][0]=20; B[1][1]=40;

```
MatrixMatrixMult(2, 2, 2, A[0], B[0], C[0]); // <<<<<<<<<<<<<<<<
A[0][0]=1;    A[0][1]=3;
A[1][0]=2;    A[1][1]=4;
```

```

MatrixDet(2, A[0]);                                // <<<<<<<<<<<<<<<
S[0][0]=1;    S[0][1]=4;    S[0][2]=7;
S[1][0]=2;    S[1][1]=5;    S[1][2]=8;
S[2][0]=3;    S[2][1]=6;    S[2][2]=9;

MatrixDet(3, S[0]);                                // <<<<<<<<<<<<<<<
}

s=(S[0][0]*S[1][1]*S[2][2]);
return s;
}

// for array copy: void *memcpy(void *dest, const void *src, size_t n);
long test_Sort(){
unsigned long s;
int y;
int t[500];

for(y=0;y<30;++y) {
memcpy(t, a, sizeof(a));
shellsort(500, t);

memcpy(t, a, sizeof(b));
shellsort(500, t);

memcpy(t, a, sizeof(c));
shellsort(500, t);
}

return y;
}

sprintf (buf, "%3d %7ld  int_Add",      0, runtime[0]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  int_Mult",     1, runtime[1]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  float_op",   2, runtime[2]); printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  randomize",  3, runtime[3]); printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  matrx_algb", 4, runtime[4]); printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  arr_sort",   5, runtime[5]); printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  displ_txt",  6, runtime[6]); printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld  graphics",   7, runtime[7]); printf(buf);
printf("\n");
}

```

```

int main(){
unsigned long time0, x, y;
float s;
char buf[120];
int width, height;
char str[3];

init(&width, &height);                                // Graphics initialization
Start(width, height);                               // Start the picture

WindowClear();
WindowOpacity(255);      // Hide the picture
printf("hw brickbench"); printf("\n");
printf("initializing..."); printf("\n");

for(y=0;y<500;++y) {
    a[y]=randM()%30000; b[y]=randM()%30000; c[y]=randM()%30000;
}

time0=timer();
s=test_Int_Add();
runtime[0]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld int_Add", 0, runtime[0]); printf(buf); printf("\n");
time0=timer();
s=test_Int_Mult();
runtime[1]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld int_Mult", 0, runtime[1]); printf(buf); printf("\n");
time0=timer();
s=test_float_math();
runtime[2]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld float_op", 0, runtime[2]); printf(buf); printf("\n");
time0=timer();
s=test_rand_MT();
runtime[3]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld randomize", 0, runtime[3]); printf(buf); printf("\n");
time0=timer();
s=test_matrix_math();
runtime[4]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld matrx_algb", 0, runtime[4]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_Sort();
runtime[5]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld arr_sort", 0, runtime[5]); printf(buf); printf("\n");
time0=timer();
s=test_TextOut();

```

```
runtime[6]=timer()-time0;

time0=timer();
s=test_graphics();
runtime[7]=timer()-time0;

WindowOpacity(0); // Hide the picture
y=0;
for(x=0;x<8;++x) {y+= runtime[x];}
printf("\n");
printf("\n");

displayValues(); sprintf(buf, "gesamt ms: %ld ", y); printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "benchmark: %ld ", 50000000/y ); printf(buf); printf("\n");

fgets(str, 2, stdin); // look at the pic, end with [RETURN]
finish(); // Graphics cleanup
exit(0);
}
```

raylib: neue alternative Grafik-Lib:

möglichlicherweise auch sehr interessanter Link zu einer sehr übersichtlich strukturierten Graphic-Lib:

<http://www.raylib.com/>

<https://github.com/raysan5/raylib/wiki/Compile-for-GNU-Linux>

<https://github.com/raysan5/raylib/wiki/raylib-platforms-and-graphics>

GPIO-Access: wiringPi und pigpio

1) GPIO Libs installieren:

a) wiringPi:

Anm.: bei den aktuellen Jessie-Builds mit Pixel-Oberfläche ist wiringPi bereits komplett vorinstalliert!

Download wiringPi here: <http://wiringpi.com/download-and-install/>

There is a version of wiringPi hosted on Github. Do not use this version of wiringPi.

It only exists to facilitate building the Ruby and Python wrappers which have been written by Gadgetoid

Homepage: <http://wiringpi.com/download-and-install/>

wiringPi Summary:

<https://git.drogon.net/?p=wiringPi;a=summary>

Installation Plan A (apt-package):

make sure your Pi is up to date with the latest versions of Raspbian:

sudo apt-get update

sudo apt-get upgrade

sudo reboot

sudo apt-get install git-core

wiringPi Libs:

for updating an older version do first:

sudo apt-get purge wiringpi

sudo apt-get install wiringpi the "apt" installation will install under "/usr/lib" and *.h in "/usr/local/include"

(installation from git source will install under "/usr/local/lib" and *.h in "/usr/local/include")

Installation Plan B (git clone):

To obtain WiringPi using GIT:

\$ cd

\$ git clone git://git.drogon.net/wiringPi

If you have already used the clone operation for the first time, then

\$ cd ~/wiringPi

\$ git pull origin

Will fetch an updated version then you can re-run the build script below.

To build/install there is a new simplified script:

\$ cd ~/wiringPi

\$./build

The new build script will compile and install it all for you – it does use the sudo command at one point, so you may wish to inspect the script before running it.

Test: Kontrolle der wiringPi-Installation und Version:

```
gpio -v
gpio readall
```

weblinks:

<http://wiringpi.com/>
<https://projects.drogon.net/>
<https://git.drogon.net/?p=wiringPi;a=tree;f=wiringPi;hb=HEAD>

b) pigpio:

Anm.: bei den aktuellen Jessie-Builds mit Pixel-Oberfläche ist pigpio bereits komplett vorinstalliert!

Installation:

<http://abyz.co.uk/rpi/pigpio/download.html>

wget abyz.co.uk/rpi/pigpio/pigpio.zip

unzip pigpio.zip

cd PIGPIO

make

sudo make install

To check the library

sudo ./x_pigpio # check C I/F

sudo pigpiod # start daemon

./x_pigpiod_if # check C I/F to daemon

./x_pigpio.py # check Python I/F to daemon

./x_pigs # check pigs I/F to daemon

./x_pipe # check pipe I/F to daemon

2) Beispiele für GPIO-Access:

Quelle: http://elinux.org/RPi_GPIO_Code_Samples#Direct_register_access

(kurze Beispielcodes zum Gucken, wie die Syntax aussieht, und zum Test, ob fehlerfrei kompiliert wird)

a) Beispielcode für wiringPi:

GPIO-Nummerierungen müssen anfangs deklariert werden:

<http://wiringpi.com/reference/setup/>

int wiringPiSetup (void); // wiringPi numbering

int wiringPiSetupGpio (void); // Broadcom (bcm) numbering

int wiringPiSetupPhys (void); // physical numbering

int wiringPiSetupSys (void); // uses /sys/class/gpio interface

<http://wiringpi.com/examples/blink/>

//-----

```

/*
 * blink.c:
 *     blinks the first LED
 *     Gordon Henderson, http://wiringpi.com/examples/blink/
 */

#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>

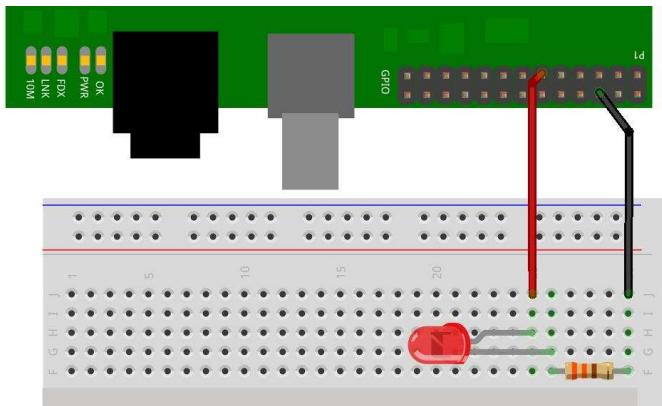
int main (void)
{
    printf ("Raspberry Pi blink\n") ;
    if (wiringPiSetup () == -1)
        return 1 ;
    pinMode (0, OUTPUT) ;           // aka BCM_GPIO pin 17
    for (;;)
    {
        digitalWrite (0, 1) ;       // On
        delay (500) ;             // mS
        digitalWrite (0, 0) ;       // Off
        delay (500) ;
    }
    return 0 ;
}

```

gcc -o blink blink.c -lwiringPi

//and run with:

sudo ./blink



b) Beispielcode für pigpio:

ALL gpios are identified by their Broadcom number.

```
//-----
/*
pulse.c
gcc -o pulse pulse.c -lpigpio -lrt -lpthread
sudo ./pulse
*/
#include <stdio.h>
#include <pigpio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    double start;
    if(gpioInitialise() < 0)
    {
        fprintf(stderr, "pigpio initialisation failed\n");
        return 1;
    }
    /* Set GPIO modes */
    gpioSetMode( 4, PI_OUTPUT);
    gpioSetMode(17, PI_OUTPUT);
    gpioSetMode(18, PI_OUTPUT);
    gpioSetMode(23, PI_INPUT);
    gpioSetMode(24, PI_OUTPUT);

    /* Start 1500 us servo pulses on GPIO4 */
    gpioServo(4, 1500);
    /* Start 75% dutycycle PWM on GPIO17 */
    gpioPWM(17, 192); /* 192/255 = 75% */

    start = time_time();
    while ((time_time() - start) < 60.0)
    {
        gpioWrite(18, 1); /* on */
        time_sleep(0.5);
        gpioWrite(18, 0); /* off */
        time_sleep(0.5);
        /* Mirror GPIO24 from GPIO23 */
        gpioWrite(24, gpioRead(23));
    }

    /* Stop DMA, release resources */
    gpioTerminate();

    return 0;
}
```

```
//-----
```

```
// build:  
gcc -o pulse pulse.c -lpigpio -lrt -pthread  
// Run:  
sudo ./pulse
```

c) gesamte neue Compile- und Build-Einstellungen für Geany:

will man die bisher genannten Libs (openVG + pthread + wiringPi + pigpio) alle gemeinsam als Standard-Einstellung für die Geany-IDE verwenden, lautet diese nunmehr:

compile:

```
g++ -Wall -I/opt/vc/include -c "%f" -pthread -lshapes -lOpenVG -lwiringPi -lpigpio -lrt  
(die für den Linker gedachten Lib-Parameter, die mit -l... (kleines "L") beginnen, kann man hier für compile rauslassen, denn per "compile" wird noch gar nicht gelinkt )
```

build:

```
g++ -Wall -I/opt/vc/include -o "%e" "%f" -pthread -I/opt/vc/include -lshapes  
-lwiringPi -lpigpio -lrt
```

c) Übersicht über die GPIO-Belegung und Nummerierung

(Raspberry Pi B+ oder 2B mit 40 Pins)

Raspberry Pi GPIO Header							
BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM	
		3.3v	1	2	5v		
2	i2c-1	8	SDA.1	3	4	5V	
3	i2c-1	9	SCL.1	5	6	0v	
4		7	1-Wire	7	8	TxD	15 UART 14
			0v	9	10	RxD	16 UART 15
17	0	GPIO. 0	11	12	GPIO. 1	1	18
27	2	GPIO. 2	13	14	0v		
22	3	GPIO. 3	15	16	GPIO. 4	4	23
		3.3v	17	18	GPIO. 5	5	24
10	12	MOSI	19	20	0v		
9	13	MISO	21	22	GPIO. 6	6	25
11	14	SCLK	23	24	CEO	10	8
		0v	25	26	CE1	11	7
0	i2c-0	30	SDA.0	27	28	SCL.0	31 i2c-0 1
5	21	GPIO.21	29	30	0v		
6	22	GPIO.22	31	32	GPIO.26	26 pwm0	12
13	pwm1	23	GPIO.23	33	34	0v	
19	24	GPIO.24	35	36	GPIO.27	27	16
26	25	GPIO.25	37	38	GPIO.28	28	20
		0v	39	40	GPIO.29	29	21

Wie man sieht, werden völlig unterschiedliche Pin-Nummerierungen verwendet:

WiringPi benutzt auch (zusätzlich) seine eigene...

Vielleicht wäre es am besten, die Broadcom-Nummern (BCM) verwenden, da sie außer von WiringPi auch von pigpio verwendet werden.

Bei wiringPi werden die GPIO-Pins wie folgt initialisiert:

```
wiringPiSetup();           # WiringPi pin numbers
wiringPiSetupGpio();       # bcm pin numbers
wiringPiSetupPhys();       # Physical P1 pin numbers
```

d) Testprogramm für GPIO Pins wiringPi

Verkabelung von Pins als Output mit pwm für LEDs und für stärkere Lasten

Aufbau:

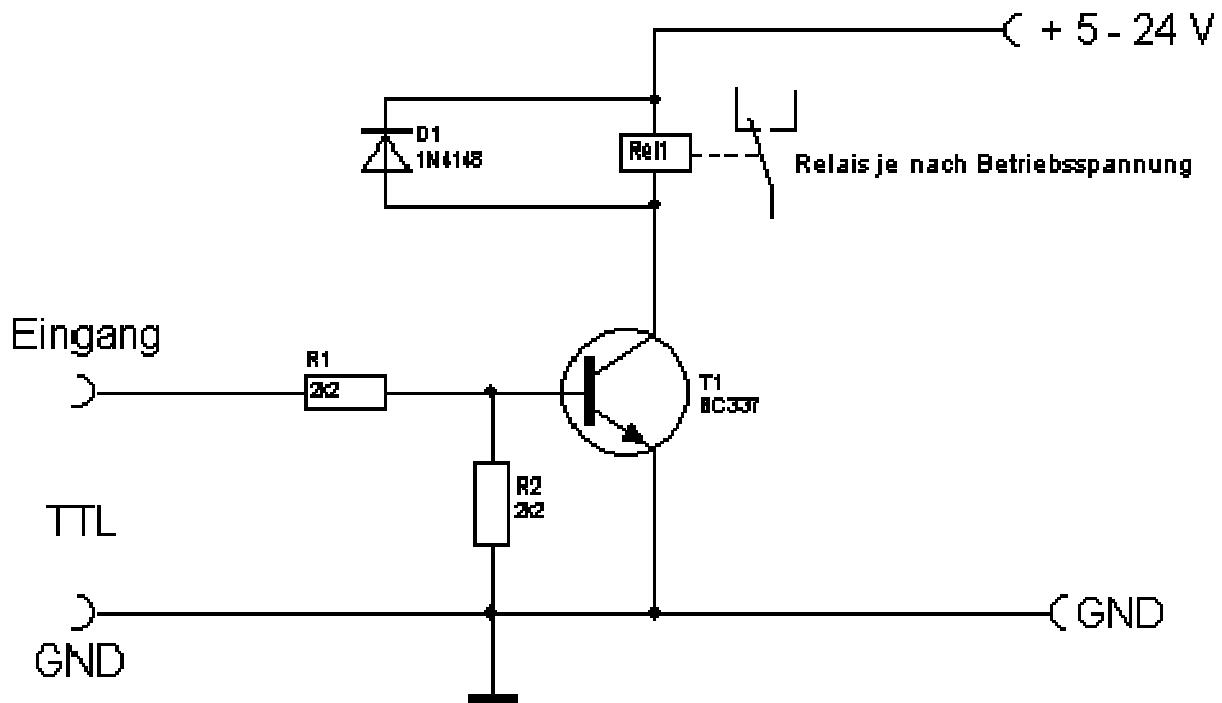
2 LEDs, 2x Widerstand 470 Ohm

1 LED an pin 0 (Header_pin 11 == BCM_GPIO_17) in Serie mit 470 Ohm an +3.3V

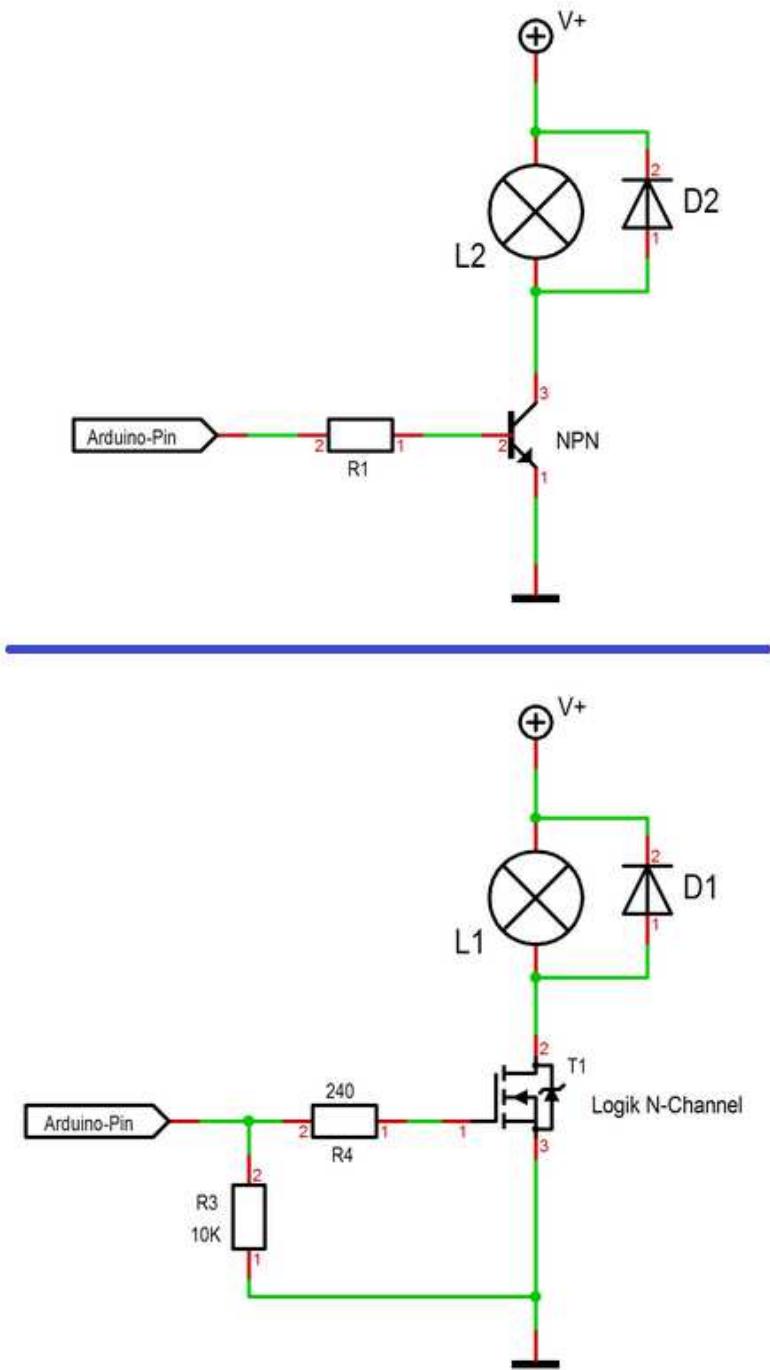
1 LED an pin 1 (Header_pin 12 == BCM_GPIO_18) in Serie mit 470 Ohm an +3.3V

Quelle: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio-plus-and-raspi2/>

Um stärkere Verbraucher als nur wenige mA zu schalten, braucht man dagegen eine H-Brücke (s.u.) oder ein Relais (als Basiswiderstand R1 für RPi (3.3V) besser ca. 1kOhm verwenden), welche man über Transistoren oder MOSFETs schalten kann:



Quelle: <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/slt/1201131.htm>



NPN Transistor vs. MOSFET

Quelle: <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=527226.msg3596917#msg3596917>

e) Programmierung: 1 Pin (pin 0) als Output für 1 LED

<http://wiringpi.com/examples/blink/>

```
//-----
#include <wiringPi.h>
int main (void)
{
    wiringPiSetup () ;
    pinMode (0, OUTPUT) ;
    for (;;) {
        {
            digitalWrite (0, HIGH) ; delay (500) ;
            digitalWrite (0, LOW) ; delay (500) ;
        }
    }
    return 0 ;
}
//-----
```

c) Programmierung: 2 Pins als Output mit pwm für LEDs

Steuerung von Hardware-pwm: GPIO.18 und GPIO.13:

BCM_GPIO 18, pin 12 (wiringPi pin 1)

BCM_GPIO 13, pin 33 (wiringPi pin 23)

```
pinMode (18, PWM_OUTPUT) ;
pinMode (13, PWM_OUTPUT) ;
pwmWrite (18, 512) ; // 1024 is the default range
pwmWrite (13, 512) ; // 1024 is the default range
```

Das folgende Programm fährt beide LEDs von Helligkeit 0 (aus) bis 100 (max) und wieder zurück auf 0 usw.

aus Github-Beispiel "pwm.c", verändert.

Weitere Beispiele : <https://github.com/WiringPi/WiringPi/tree/master/examples>

(Achtung, diese github Seite ist nicht von Gordon Henderson, daher nicht unbedingt auf dem aktuellen Stand!)

```
//-----
/*
 * pwm.c:
 *   Test of the software PWM driver.
*/
//-----

#include <stdio.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <wiringPi.h>
#include <softPwm.h>
```

```

#define RANGE      100
#define NUM_LEDS    2          // 2 LEDs

int ledMap [NUM_LEDS] = { 0, 1 } ; // GPIO.0=BCM_17,  GPIO.1=BCM_18

int main ()
{
    int i, j ;
    if (wiringPiSetup () == -1)
    {
        fprintf (stdout, "oops: %s\n", strerror (errno)) ;
        return 1 ;
    }
    for (i = 0 ; i < NUM_LEDS ; ++i)           // init softPWM
        softPwmCreate (ledMap , 0, RANGE) ;
    }

    while(1) {                                // loop:
        for (j=0; j<100; ++j)                // all LEDs 0...100
            for (i = 0 ; i < NUM_LEDS ; ++i) {
                softPwmWrite (ledMap , j) ;
                printf ("%3d, %3d, %3d\n", i, ledMap , j) ;
                delay(20);
            }
    }

    for (j=100; j>0; --j) {                  // all LEDs 100...0
        for (i = 0 ; i < NUM_LEDS ; ++i) {
            softPwmWrite (ledMap , j) ;
            printf ("%3d, %3d, %3d\n", i, ledMap , j) ;
            delay(20);
        }
    }
}

//-----

```

f) GPIO-Access alternativ ohne wiringPi / pigpio:

ref.:

<https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=33&t=263151&sid=0a6a24f23ac17e106f382b46eba0ec2d>

Any user will work no root is not required.

Here is the units I use to access GPIO, SPI and UART

https://github.com/LdB-ECM/linux_device_access

Each device has an open call which will give you back an opaque handle (pointer) you use for future access. That just binds all the internal data to that handle so you don't have to worry about it.

SPI and UART have binary semaphore locks included if you want just set flag to TRUE ... that is you want to share the device between threads and need it to lock the access so only one thread can access at a time.

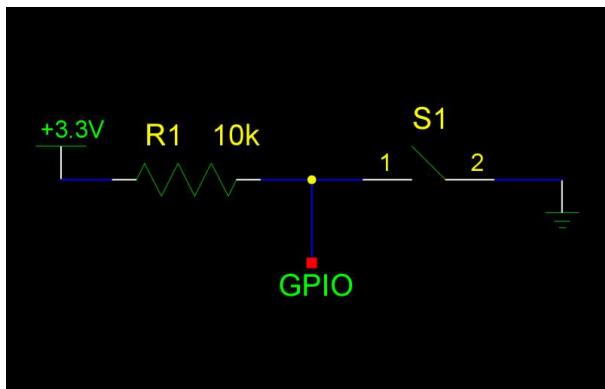
```
# SPI EXAMPLE
#include "spi.h"
/* Initialize SPI 8 bits, 1Mhz, Mode 0, no semaphore locks */
SPI_HANDLE spi = SpiOpenPort(0, 8, 1000000, SPI_MODE_0, false);
if (spi)
{
    uint8_t buf[3] = { WRITE_CMD, addr, byte };
    // Example of LCD screen data you may want to send
    SpiWriteAndRead(spi, &buf[0], &buf[0], 3, false);    // Transfer
buffer data to SPI call
    SpiClosePort(spi);
}
```

```
# UART EXAMPLE
#include "uart.h"
/* Initialize UART 38400, 8 bits, no parity, 1 stop bit., no semaphore
locks */
UART_HANDLE uart = UartOpenPort(0, 38400, 8, 0, 1, false);
if (uart)
{
    char* TestTxt = "Hello\r\n";
    UartWrite (uart, &TestTxt[0], 7);
    UartClosePort (uart);
}
```

```
# GPIO EXAMPLE
#include "gpio.h"
/* Pi2/3 peripheral address ... 4096 byte block */
/* Address isn't used in this simple version you can just use 0 */
/* As you get deeper into it you will work out why you may want address
 */
GPIO_HANDLE gpio = GPIO_Open(0x3F200000, 0x1000);
if (gpio)
{
    GPIO_Setup(gpio, 19, GPIO_OUTPUT); //gpio 19 to output
    GPIO_Output(gpio, 19, 0);      // Gpio 19 off
    sleep(1);
    GPIO_Output(gpio, 19, 1);      // Gpio 19 on
    sleep(1);
    GPIO_Close(gpio); // Close gpio
}
```

Verkabelung von Schaltern

a) mit externen Widerständen:



Aufbau:

1 Schalter, optional 1x Widerstand 10 kOhm

GPIO pin über 10k an +3.3V verbinden und ebenfalls an Schalter-Eingang, Schalter-Ausgang an Masse.

[img]https://learn.adafruit.com/system/assets/assets/000/000/887/medium800/raspberry_pi_button-schem.png?139676649[/img]

aus: <https://learn.adafruit.com/playing-sounds-and-using-buttons-with-raspberry-pi/bread-board-setup-for-input-buttons>

b) Alternativ: Programmierung von Schaltern mit internen Widerständen und pwm:

Quelle: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-gpio/c-wiringpi-example>

Achtung!

Dies ist ein älteres Beispiel, inzwischen ist die softPwmWrite- Syntax etwas anders:

pwm-lib include:

```
#include <softPwm.h>
// pwm-pin init:
pinMode(PWMpinnumber, PWM_OUTPUT);
// pwm-Range:
softPwmCreate(PWMpinnumber, 0, MAXPWMRANGE) // 0=Startvalue, MAXPWMRANGE z.B.
                                              255
// pwm-Command:
softPwmWrite (PWMPinnumber, pwm);
```

```
//-----
#include <stdio.h> // Used for printf() statements
#include <wiringPi.h> // Include WiringPi library!
// Pin number declarations. We're using the Broadcom chip pin numbers.
const int pwmPin = 1; // Hardware PWM LED - Broadcom pin 18
const int ledPin = 2; // Regular LED - Broadcom pin 27
const int butPin = 3; // Active-low button - Broadcom pin 22
const int pwmValue = 75; // Use this to set an LED brightness
int main(void)
```

```
{
// Setup stuff:
pinMode(pwmPin, PWM_OUTPUT); // Set PWM LED as PWM output
pinMode(ledPin, OUTPUT); // Set regular LED as output
pinMode(buttonPin, INPUT); // Set button as INPUT

pullUpDnControl(buttonPin, PUD_UP); // Enable pull-up resistor on button
printf("blinker is running! Press CTRL+C to quit."); // Loop (while(1)):

while(1)
{
    if (digitalRead(buttonPin)) // Button is released if this returns 1
    {
        pwmWrite(pwmPin, pwmValue); // PWM LED at bright setting
        digitalWrite(ledPin, LOW); // Regular LED off
    }
    else // If digitalRead returns 0, button is pressed
    {
        pwmWrite(pwmPin, 1024 - pwmValue); // PWM LED at dim setting
        // Do some blinking on the ledPin:
        digitalWrite(ledPin, HIGH); // Turn LED ON
        delay(75); // Wait 75ms
        digitalWrite(ledPin, LOW); // Turn LED OFF
        delay(75); // Wait 75ms again
    }
}

return 0;
}

//-----
```

Ansteuern von (Lego) DC (Encoder-) Motoren per L293D H-Brücke:

L293D doppel-H-Bridge chip:

Die Dokus zu den L293D sind ziemlich durcheinander im Web, jeder bezeichnet sie anders. Hier mal ganz super-ausführlich auch für komplett Neulinge:

enable1: pwm Signal Motor1

in1, in2: dig Richtungs-Pins für Motor1

out1, out2: Ausgänge für Motor1

enable2: pwm Signal Motor2

in3, in4: digit. Richtungs-Pins für Motor2

out3, out4: Ausgänge für Motor2

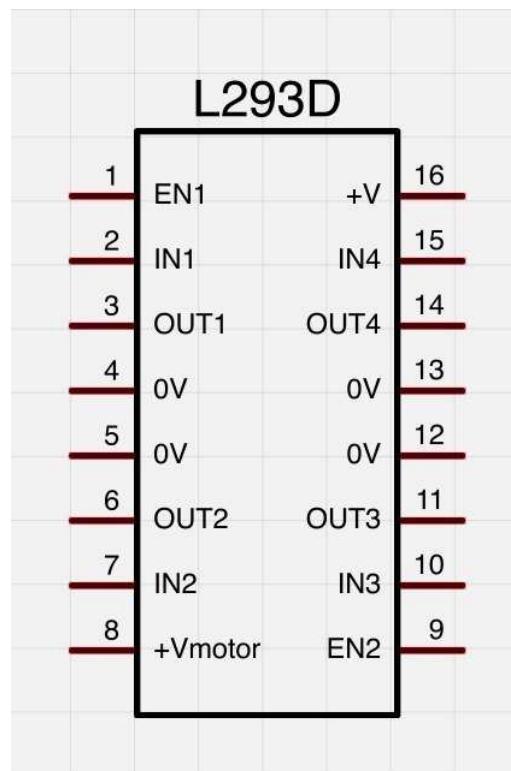
+V: 3,3-5V vom Raspi oder Arduino

+Vmotor: +9...12V von Batterie

GND: Arduino-GND (-) mit Leistungs-Batterie (Borne (-)) verbinden;

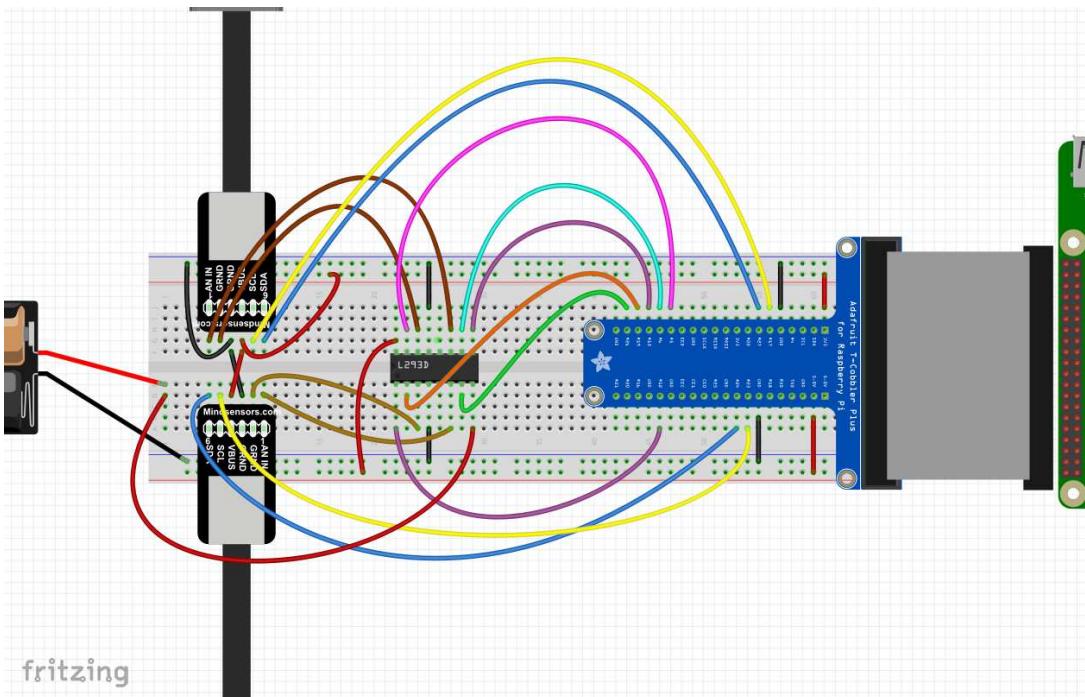
im L293D sind alle 4 GND Leitungen bereits intern verbunden, es reicht auf dem Steckbrett also 1 einziges GND-Verbindungskabel

(verändert, ergänzt)



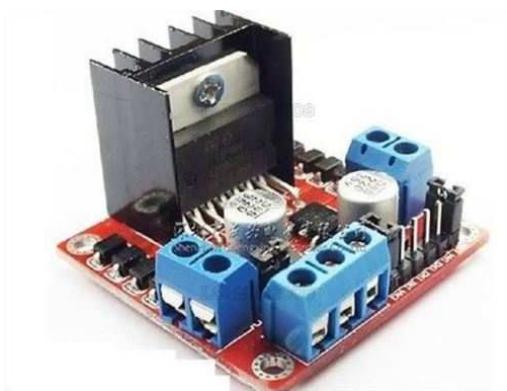
Quelle: <http://img.gunook.com/upload/5/d7/5d79ba256e128ba594184b2b1c6c6ffc.jpg>

Schematische Verkabelung:



(die hellbraunen und dunkelbraunen Litzen (pins 1+2) sind die Motor-Leistungs-Anschlüsse der L293D H-Brücken,
die blauen und gelben Litzen sind für die Encoder und können erstmal weg bleiben)

als H-Brücke kann man natürlich auch fertige Boards verwenden:



ich verwende das folgende Pin-Setup für meine 2 Motoren (vgl. Foto):

```
// motor pins, wiringPi numbering (in parenthesis: BCM numbering)
motor[0].pinQa = 5;      // (BCM 24) change for rotation direction
motor[0].pinQb = 4;      // (BCM 23)
motor[0].pind1 =24;     // (BCM 19)
motor[0].pind2 =25;     // (BCM 26)
motor[0].pinpwm=26;     // (BCM 12)  pwm

motor[1].pinQa = 0;      // (BCM 17) change for rotation direction
motor[1].pinQb = 2;      // (BCM 27)
motor[1].pind1 =21;     // (BCM 5)
motor[1].pind2 =22;     // (BCM 6)
motor[1].pinpwm=23;     // (BCM 13)  pwm
```

Demo-Code zum Ansteuern per L293-H-Bridge (ohne Encoder):

Die obigen Encoderpins können hier noch entfallen;
mit den folgenden API-Kommandos können die Motoren auf vorwärts, rückwärts, coast (rollen)
und brake (bremsen) geschaltet werden:

```
//-----
motorOn(nr,  motor_pwm)    // pwm==signed, also mit Richtungs-Signal, 0=coast
motorCoast(nr)           // Leerlauf
motorBrake(nr,  motor_pwm) // brakes motor by adjustable pwm power
//-----
```

```
//-----
// Raspberry Pi Encoder Motor Control
//
// High Priority phread task for Encoder Timer
// H-Bridge control: direction + pwm (L293 type)
//
// ver 0003
// protected under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported
License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
```

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <stdint.h>
#include <errno.h>
#include <pthread.h>
#include <termios.h>

#include "VG/openvg.h"
#include "VG/vgu.h"
#include "fontinfo.h"
```

```

#include "shapes.h"

#include <wiringPi.h>
#include <wiringSerial.h>
#include <softPwm.h>

#include <stdbool.h>
#include <termio.h>

#define byte uint8_t;
#define MAXMOTORS 2 // max number of encoder motors
typedef struct {
    // electrical motor pins
    uint8_t pind1, pind2, pinpwm; // dir + pwm L293 H-Bridge type
    uint8_t pinQa, pinQb;        // rotary enc pins Qa,Qb: kann hier noch entfallen

    // pwm and encoder values
    int32_t dirpwm;
    int32_t motenc, oldenc;     // rotary encoder values
} tEncMotor;

tEncMotor motor[MAXMOTORS];

//*****
// motor functions
//*****


#define motorCoast(nr) motorOn(nr, 0) // alias for motor coast

void motorBrake(int nr, int dirpwm) { // brake by pwm power
    int pwm;
    pwm = abs(dirpwm);
    digitalWrite(motor[nr].pind1, HIGH);
    digitalWrite(motor[nr].pind2, HIGH);

    motor[nr].dirpwm = pwm;
    softPwmWrite(motor[nr].pinpwm, pwm); // brake power always > 0
}

void motorOn(int nr, int dirpwm) { // motor On (nr, dir_pwm)
    int dir, pwm; // signed pwm:
    if(dirpwm > 0) dir = +1; // pwm > 0: forward
}

```

```

else if(dirpwm < 0) dir = -1;           // pwm < 0: reverse
else dir = 0;                         // pwm = 0: coast

pwm = abs(dirpwm);
if(dir> 0) {
  digitalWrite( motor[nr].pind1, HIGH);
  digitalWrite( motor[nr].pind2, LOW);
}
else
if(dir==0) {
  digitalWrite( motor[nr].pind1, LOW);
  digitalWrite( motor[nr].pind2, LOW);
}
else {
  digitalWrite( motor[nr].pind1, LOW);
  digitalWrite( motor[nr].pind2, HIGH);
}
motor[nr].dirpwm = dirpwm;
softPwmWrite( motor[nr].pinpwm, pwm);

}

```

```

//*****
// rpi_conio
//*****

```

```

bool kbhit(void)
{
  struct termios original;
  tcgetattr(STDIN_FILENO, &original);

  struct termios term;
  memcpy(&term, &original, sizeof(term));

  term.c_lflag &= ~ICANON;
  tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);

  int characters_buffered = 0;
  ioctl(STDIN_FILENO, FIONREAD, &characters_buffered);

  tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &original);
  bool pressed = (characters_buffered != 0);
  return pressed;
}

```

```

//*****

```

```

void echoOff(void)
{

```

```

struct termios term;
tcgetattr(STDIN_FILENO, &term);

term.c_lflag &= ~ECHO;
tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
}

//*****



void echoOn(void)
{
struct termios term;
tcgetattr(STDIN_FILENO, &term);

term.c_lflag |= ECHO;
tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
}

//*****



// pthread tasks

//*****



volatile static int8_t threadrun = 1;

//*****



void* thread2Go(void *) // higher priority motor control task
{
while(threadrun) {

for(int pwm = -1023; pwm < 1023; ++pwm ) {
motorOn(0, pwm);
motorOn(1, pwm);
if (!threadrun) return NULL;
delay(10);
}

for(int pwm = 1023; pwm > -1023; --pwm ) {
motorOn(0, pwm);
motorOn(1, pwm);
if (!threadrun) return NULL;
delay(10);
}

return NULL;
}

//*****



void* thread1Go(void *) // medium priority task for keyboard monitoring

```

```

{
char sbuf[128];
int c;

while(threadrun) {
    c=0;
    if (kbhit()) {
        c = getchar();      // ESC to quit program
        if( c==27 ) {
            threadrun=0; // semaphore to stop all tasks
            printf("\n\n ESC pressed - program terminated by user \n\n");
            return NULL;
        }
        delay(50);
    }
    return NULL;
}

//*****



void* thread0Go(void *) // low priority display task (dummy)
{
char sbuf[128];
    while(threadrun) {
        // dummy
        delay(100);
    }
    return NULL;
}

//*****



/* setup
*****/



void setup() {
int i, err;

// motor pin settings
// encoder pin settings
// setup for L293D motor driver

// motor pins, wiringPi numbering (in parenthesis: BCM numbering)
motor[0].pinQa = 5; // (BCM 24) change for rotation direction
motor[0].pinQb = 4; // (BCM 23) change for rotation direction
}

```

```

motor[0].pind1 =24; // (BCM 19)
motor[0].pind2 =25; // (BCM 26)
motor[0].pinpwm=26; // (BCM ..) pwm

motor[1].pinQa = 0; // (BCM 17) change for rotation direction
motor[1].pinQb = 2; // (BCM 27) change for rotation direction
motor[1].pind1 =21; // (BCM 5)
motor[1].pind2 =22; // (BCM 6)
motor[1].pinpwm=23; // (BCM ..) pwm

for( i=0; i< MAXMOTORS; ++i) {
    pinMode( motor.pinQa, INPUT); // encA
    pinMode( motor.pinQb, INPUT); // encB
    pinMode( motor.pind1, OUTPUT); // dir-1
    pinMode( motor.pind2, OUTPUT); // dir-2
    pinMode( motor.pinpwm, PWM_OUTPUT); // pwm
err= softPwmCreate( motor.pinpwm, 0, 1024);printf("err %-4d qa %-4d qb %-4d d1 %-4d d2
%-4d pwm %-4d \n",
err, motor.pinQa, motor.pinQb, motor.pind1, motor.pind2, motor.pinpwm);
motor.motenc = 0;
motor.oldenc = 0;
    ISRab = 0;
}
printf("press ENTER");
getchar();
}

/*****************
* main
*****************/
int main() {
char sbuf[128];
int ioerr;
pthread_t thread0, thread1, thread2;
struct sched_param param;

ioerr = wiringPiSetup();
if( ioerr == -1 ) return 1;

setup();
pthread_create(&thread0, NULL, thread0Go, NULL); // lowest priority: display (dummy)
param.sched_priority = 10;
pthread_setschedparam(thread0, SCHED_RR, &param);

```

```
pthread_create(&thread1, NULL, thread1Go, NULL); // medium priority: keyboard
param.sched_priority = 25;
pthread_setschedparam(thread1, SCHED_RR, &param);pthread_create(&thread2, NULL,
thread2Go, NULL); // higher priority task: motor control param.sched_priority = 50;
pthread_setschedparam(thread2, SCHED_RR, &param);

pthread_join(thread0, NULL);
pthread_join(thread1, NULL);
pthread_join(thread2, NULL);

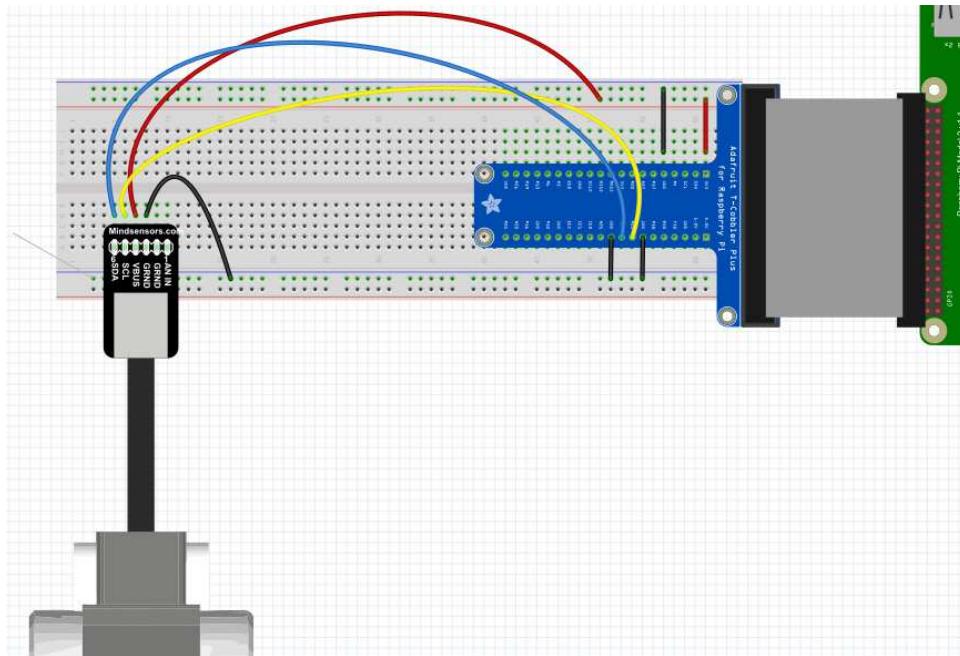
for(int i=0; i< MAXMOTORS; ++i) {
    motorOn(i, 0);
}

delay(1000);
exit(0);

}
//-----
```

Rotationsencoder (z.B. Lego) auslesen
(syn: Quadratur-Encoder, Rotary Encoder)

Verkabelungsschema für Lego Motor-Encoder:



(zu pthread Tasks: siehe Kapitel 11!)

Unter normalen Bedingungen ist das Linux user space zu wenig echtzeitfähig, um schnelle Encoder-Änderungen verlässlich zu registrieren und die Werte korrekt upzudaten. Beim Arduino reichen Timer-Interrupts im 200µs-Takt aus, um 8 Encoder-Motoren korrekt zu überwachen, bei Linux ist selbst ein Task im 100µs-Takt schon für 2 Encoder-Motoren nicht verlässlich genug: Es laufen beim Raspi einfach zu viele Linux-Prozesse parallel, als dass so ein Endlos-Task im korrekten Takt durchläuft. So kommt es häufig dazu, dass Drehungen teilweise nicht mitgezählt werden oder sie vorwärts oder rückwärts springen (wurde von Usern im Raspi-Forum dokumentiert). Pinchange-Interrupts wiederum werden bei mehreren sich schnell drehenden Motoren viel zu häufig aufgerufen, als dass man beim registrieren der Flankenänderungen überhaupt noch nachkommen könnte.

Wenn man aber nun dem Encoder-Task eine höhere Priorität als anderen Tasks zuweist, werden sie bevorzugt abgearbeitet - und genau das habe ich nun gemacht. Plötzlich läuft auch eine 100µs Endlosschleife mit hoher Priorität zuverlässig im korrekten Takt durch!

Anm.:

Lego Encoder-Motore haben sogar eine Auflösung von 0,5° (720 encoder ticks/360°), dies wird aber von der Lego-Firmware nicht ausgeschöpft. Da meist eine 1° Auflösung ausreicht und das rechnen mit 1°= 1 EncoderTick einfacher ist, arbeite ich ebenfalls mit der halben, also "1°-Lego-Auflösung".

Code von Gordon Henderson per "Pinchange-Interrupts"

(liest bisher leider nur 180 ticks / 360°, bei 4 Motoren fehlerhaft!):

```
//-----#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>
#define PIN_A 8
#define PIN_B 9
```

```

static volatile int counter ;
void encoder (void)
{
static unsigned int debounce = 0 ;
// If PIN_A is high then ignore it
// This may be due to bouncing, or a bug/feature of the edge detect

if (digitalRead (PIN_A) == HIGH)
    return ;

// Ignore multiple interrupts inside our debounce time

if (millis () < debounce)
    return ;

    if (digitalRead (PIN_B) == LOW) // Anti-clockwise
--counter ;
else
    ++counter ;
}

int main ()
{
int last ;
wiringPiSetup () ;
last = counter = 0 ;
wiringPiISR (PIN_A, INT_EDGE_FALLING, encoder) ;
printf ("\nRunning... \n") ;
for (;;)
{
    if (counter != last)
    {
        printf ("%5d\n", counter) ;
        last = counter ;
    }
    delay (1) ;
}

return 0 ;
}
//-----

```

eigener Testcode mit "High Priority pthread Task" für Encoder als eine Art "Timer Interrupt":
(scheint bisher sicher und schnell zu funktionieren, auch bei >4 Motoren und bei 360 ticks/360° !)

```

//-----
// encoder test
// wiringPi,

```

```

// Encoder Timer High Priority Thread
// ver 0008

// protected under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported
License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <stdint.h>
#include <errno.h>
#include <pthread.h>
#include <termios.h>

#include "VG/openvg.h"
#include "VG/vgu.h"
#include "fontinfo.h"
#include "shapes.h"

#include <wiringPi.h>
#include <wiringSerial.h>

#define byte uint8_t;
#define MAXMOTORS 2 // max number of encoder motors
typedef struct {
    uint8_t pind1, pind2, pinpwm; // L293 dir and pwm
    uint8_t pinQa, pinQb; // rotary enc pins Qa, Qb
    int32_t motenc, oldenc; // rotary encoder values
} tEncMotor;
tEncMotor motor[MAXMOTORS];

/*****************
 * Encoder Handler Routine
 *****************/
volatile int8_t ISRab[MAXMOTORS];

// 1/1 resolution (720)
// int8_t enctab[16] = {0,-1,1,0,1,0,0,-1,-1,0,0,1,0,1,-1,0};

// 1/2 resolution (360)
int8_t enctab[16] = {0, 0,0,0,1,0,0,-1, 0,0,0,1,0,0,-1,0};

void updateEncoders() {

```

```

int i;
for( i=0; i<MAXMOTORS; ++i ) {
    ISRab <= 2;
    ISRab &= 0b00001100;
    ISRab |= (digitalRead( motor.pinQa ) << 1) | digitalRead( motor.pinQb );
    motor.motenc += enctab[ ISRab ];
}
}

void* thread3Go(void *)
{
while(1) {
    updateEncoders();
    usleep(100);
}
return NULL;
}

void* thread2Go(void *)
{
while(1) {
    delay(10);
}
return NULL;
}

void* thread1Go(void *) // low priority display thread
{
char sbuf[128];
while(1) {
    delay(10);
}
return NULL;
}

void* thread0Go(void *)
{
char sbuf[128];
while(1) {
    sprintf(sbuf, " 0=%6ld  1=%6ld \n ", motor[0].motenc, motor[1].motenc );
    printf(sbuf);
    delay(100);
}
return NULL;
}

```

```

void setup() {
    int i;
    // motor pins, wiringPi numbering (in parenthesis: BCM numbering)
    motor[0].pinQa = 5;      // (BCM 24) change for rotation direction
    motor[0].pinQb = 4;      // (BCM 23) change for rotation direction
    motor[0].pind1 =21;      // (BCM 5)
    motor[0].pind2 =22;      // (BCM 6)
    motor[0].pinpwm= 1;      // (BCM 18) hardware pwm

    motor[1].pinQa = 0;      // (BCM 17) change for rotation direction
    motor[1].pinQb = 2;      // (BCM 27) change for rotation direction
    motor[1].pind1 =21;      // (BCM 5)
    motor[1].pind2 =22;      // (BCM 6)
    motor[1].pinpwm=23;      // (BCM 13) hardware pwm

    for( i=0; i< MAXMOTORS; ++i) {
        pinMode(motor.pinQa, INPUT);           // encA
        pinMode(motor.pinQb, INPUT);           // encB
        pinMode(motor.pind1, OUTPUT);          // dir-1
        pinMode(motor.pind2, OUTPUT);          // dir-2
        pinMode(motor.pinpwm ,OUTPUT);         // pwm
    }

    motor.motenc = 0;
    motor.oldenc = 0;
    ISRab = 0;
}
}

int main() {
    char sbuf[128];
    pthread_t thread0, thread1, thread2, thread3;
    wiringPiSetup();
    if(wiringPiSetup() == -1) return 1;

    setup();
    struct sched_param param;

    pthread_create(&thread0, NULL, thread0Go, NULL);
    param.sched_priority = 10;
    pthread_setschedparam(thread0, SCHED_RR, &param); pthread_create(&thread1, NULL,
    thread1Go, NULL); param.sched_priority = 25;
    pthread_setschedparam(thread1, SCHED_RR, &param); pthread_create(&thread2, NULL,
    thread2Go, NULL); param.sched_priority = 50;
    pthread_setschedparam(thread2, SCHED_RR, &param); pthread_create(&thread3, NULL,
    thread3Go, NULL);
}

```

```
param.sched_priority = 90;
pthread_setschedparam(thread3, SCHED_RR, &param); // altern.: SCHED_FIFO

pthread_join(thread0, NULL);
pthread_join(thread1, NULL);
pthread_join(thread2, NULL);
pthread_join(thread3, NULL);

exit(0);
}

//-----
```

Weitere Links zu Rotationsencodern

<https://github.com/astine/rotaryencoder/blob/master/rotaryencoder.c>

hier ein Link zu einer Seite mit pigpio-Codebeispielen:

<http://abyz.co.uk/rpi/pigpio/examples.html>

speziell zum Rotationsencoder:

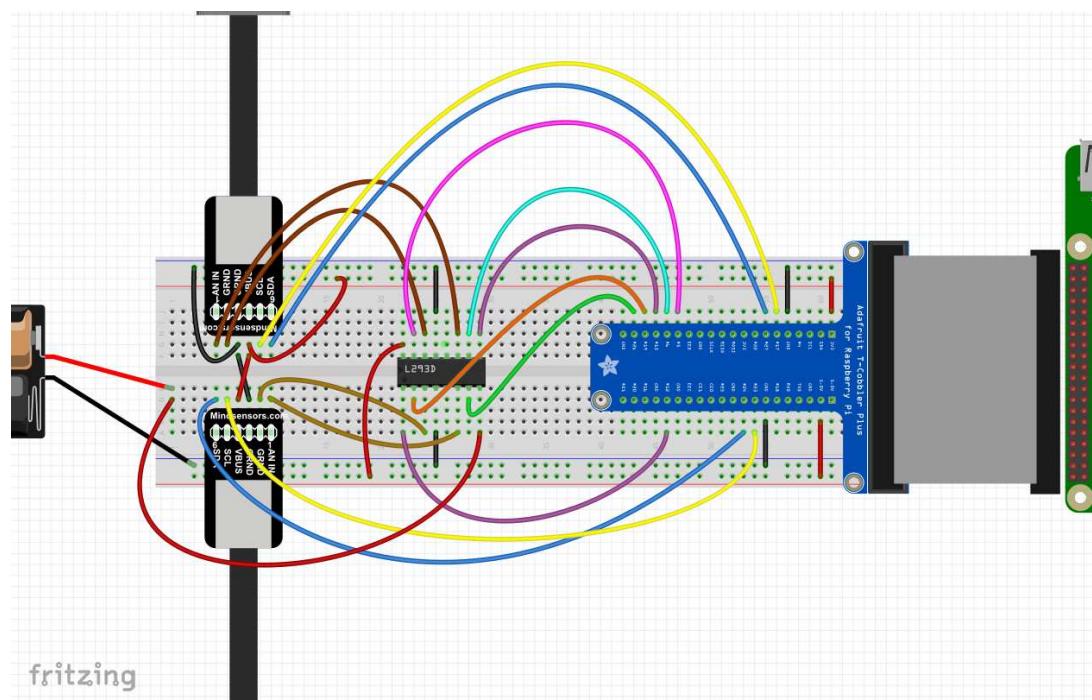
http://abyz.co.uk/rpi/pigpio/ex_rotary_encoder.html

Ansteuern von DC Motoren per L293D H-Brücke plus Encoder-Werte:
 Zu den L293D pins: s.o.

Steuerlogik:

in1 (3)	in2 (4)	en1 (2) == pwm	Funktion
LOW	LOW	LOW	coast
LOW	HIGH	pwm	rechts pwm
HIGH	LOW	pwm	links pwm
HIGH	HIGH	pwm	brake pwm

Schematische Verkabelung:



(die hellbraunen und dunkelbraunen Litzen (pins 1+2) sind die Motor-Leistungs-Anschlüsse der L293D H-Brücken, die blauen und gelben Litzen (pins 5+6) sind für die Encoder)

als H-Brücke kann man auch fertige Boards verwenden, mit gleicher Schalt-Logik:



ich verwende das folgende Pin-Setup für meine 2 Motoren (vgl. Foto):

```
// motor pins, wiringPi numbering (in parenthesis: BCM numbering)
motor[0].pinQa = 5;      // (BCM 24) change for rotation direction
motor[0].pinQb = 4;      // (BCM 23)
motor[0].pind1 =24;     // (BCM 19)
motor[0].pind2 =25;     // (BCM 26)
motor[0].pinpwm=26;     // (BCM 12)  pwm

motor[1].pinQa = 0;      // (BCM 17) change for rotation direction
motor[1].pinQb = 2;      // (BCM 27)
motor[1].pind1 =21;     // (BCM 5)
motor[1].pind2 =22;     // (BCM 6)
motor[1].pinpwm=23;     // (BCM 13)  pwm
```

Demo-Code zum Ansteuern per L293-H-Bridge plus Encoder:

mit diesen API-Kommandos können die Motoren auf vorwärts, rückwärts, coast (rollen) und brake (bremsen) geschaltet werden:

```
//-----
motorOn(nr, motor_pwm) // pwm==signed, also mit Richtungs-Signal, 0=coast
motorCoast(nr)
motorBrake(nr, motor_pwm) // brakes motor by adjustable pwm power
//-----
```

```
//-----
// Raspberry Pi Encoder Motor Control
//
// High Priority phread task for Encoder Timer
// H-Bridge control: direction + pwm (L293 type)
//
// ver 0013
// protected under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported
License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
```

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <stdint.h>
#include <errno.h>
#include <pthread.h>
#include <termios.h>

#include "VG/openvg.h"
#include "VG/vgu.h"
#include "fontinfo.h"
#include "shapes.h"

#include <wiringPi.h>
#include <wiringSerial.h>
#include <softPwm.h>

#include <stdbool.h>
#include <termio.h>

#define byte uint8_t;
#define MAXMOTORS 2 // max number of encoder motors
typedef struct {
    // electrical motor pins
    uint8_t pind1, pind2, pinpwm; // dir + pwm L293 H-Bridge type
    uint8_t pinQa, pinQb; // rotary enc pins Qa,Qb

    // pwm and encoder values
    int32_t dirpwm;
    int32_t motenc, oldenc; // rotary encoder values
} tEncMotor;

tEncMotor motor[MAXMOTORS];

//*****
// motor functions
//*****


#define motorCoast(nr) motorOn(nr, 0) // alias for motor coast

void motorBrake(int nr, int dirpwm) { // brake by pwm power
    int pwm;

```

```

pwm = abs(dir pwm);
digitalWrite(motor[nr].pind1, HIGH);
digitalWrite(motor[nr].pind2, HIGH);

motor[nr].dir pwm = pwm;
softPwmWrite(motor[nr].pin pwm, pwm); // brake power always > 0

}

```

```

void motorOn(int nr, int dir pwm) { // motor On (nr, dir_pwm)
    int dir, pwm; // signed pwm:

    if(dir pwm > 0) dir = +1; // pwm > 0: forward
    else if(dir pwm < 0) dir = -1; // pwm < 0: reverse
    else dir = 0; // pwm = 0: coast

    pwm = abs(dir pwm);
    if(dir > 0) {
        digitalWrite( motor[nr].pind1, HIGH);
        digitalWrite( motor[nr].pind2, LOW);
    }
    else
    if(dir == 0) {
        digitalWrite( motor[nr].pind1, LOW);
        digitalWrite( motor[nr].pind2, LOW);
    }
    else {
        digitalWrite( motor[nr].pind1, LOW);
        digitalWrite( motor[nr].pind2, HIGH);
    }
    motor[nr].dir pwm = dir pwm;
    softPwmWrite( motor[nr].pin pwm, pwm);
}

}

```

```

//*****
// rpi_conio
//*****

bool kbhit(void)
{
    struct termios original;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &original);

    struct termios term;

```

```

memcpy(&term, &original, sizeof(term));

term.c_lflag &= ~ICANON;
tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);

int characters_buffered = 0;
ioctl(STDIN_FILENO, FIONREAD, &characters_buffered);

tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &original);
bool pressed = (characters_buffered != 0);
return pressed;
}

//*****



void echoOff(void)
{
    struct termios term;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &term);

    term.c_lflag &= ~ECHO;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
}

//*****



void echoOn(void)
{
    struct termios term;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &term);

    term.c_lflag |= ECHO;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
}

//*****



// Encoder Handler Routine
//*****



volatile int8_t ISRab[MAXMOTORS];
// 1/2 resolution
int8_t enctab[16] = {0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0};

void updateEncoders() {
    int i;
    for( i=0; i<MAXMOTORS; ++i ) {
        ISRab <<= 2;
        ISRab &= 0b00001100;
        ISRab |= (digitalRead( motor.pinQa ) << 1) | digitalRead( motor.pinQb );
    }
}

```

```

motor.motenc += enctab[ISRab ];
}

}

//***** *****
// pthread tasks
//***** *****

volatile static int8_t threadrun = 1;

void* thread3Go(void *) // high priority encoder task
{
    while(threadrun) {
        updateEncoders();
        usleep(100);
    }
    return NULL;
}

//***** *****

void* thread2Go(void *) // higher priority motor control task
{
    while(threadrun) {
        for(int pwm = -1023; pwm < 1023; ++pwm ) {
            motorOn(0, pwm);
            motorOn(1, pwm);
            if (!threadrun) return NULL;
            delay(10);
        }
        for(int pwm = 1023; pwm > -1023; --pwm ) {
            motorOn(0, pwm);
            motorOn(1, pwm);
            if (!threadrun) return NULL;
            delay(10);
        }
    }
    return NULL;
}

//***** *****

void* thread1Go(void *) // medium priority task for keyboard monitoring
{
    char sbuf[128];
    int c;

    while(threadrun) {

```

```

c=0;
if(kbhit()) {
    c = getchar();      // ESC to quit program
    if( c==27 ) {
        threadrun=0; // semaphore to stop all tasks
        printf("\n\n ESC pressed - program terminated by user \n\n");
        return NULL;
    }
    delay(50);
}
return NULL;
}

//*****



void* thread0Go(void *) // low priority display task
{
char sbuf[128];
while(threadrun) {
    sprintf(sbuf, " m0=%8ld pwm=%6d m1=%8ld pwm=%6d \n",
            motor[0].motenc, motor[0].dir pwm, motor[1].motenc, motor[1].dir pwm );
    printf(sbuf);
    delay(100);
}
return NULL;
}

//*****



void setup() {
int i, err;

// motor pin settings
// encoder pin settings
// setup for L293D motor driver

// motor pins, wiringPi numbering (in parenthesis: BCM numbering)
motor[0].pinQa = 5; // (BCM 24) change for rotation direction
motor[0].pinQb = 4; // (BCM 23) change for rotation direction
motor[0].pind1 =24; // (BCM 19)
motor[0].pind2 =25; // (BCM 26)
}

```

```

motor[0].pinpwm=26; // (BCM ..) pwm

motor[1].pinQa = 0; // (BCM 17) change for rotation direction
motor[1].pinQb = 2; // (BCM 27) change for rotation direction
motor[1].pind1 =21; // (BCM 5)
motor[1].pind2 =22; // (BCM 6)
motor[1].pinpwm=23; // (BCM ..) pwm

for( i=0; i< MAXMOTORS; ++i) {
    pinMode( motor.pinQa, INPUT); // encA
    pinMode( motor.pinQb, INPUT); // encB
    pinMode( motor.pind1, OUTPUT); // dir-1
    pinMode( motor.pind2, OUTPUT); // dir-2

    pinMode( motor.pinpwm, PWM_OUTPUT); // pwm

err= softPwmCreate( motor.pinpwm, 0, 1024);printf("err %-4d qa %-4d qb %-4d d1 %-4d d2
%-4d pwm %-4d \n",
err, motor.pinQa, motor.pinQb, motor.pind1, motor.pind2, motor.pinpwm);
motor.motenc = 0;
motor.oldenc = 0;
    ISRab = 0;
}
printf("press ENTER");
getchar();
}

/*****************
* main
*****************/
int main() {
char sbuf[128];
int ioerr;
pthread_t thread0, thread1, thread2, thread3;
struct sched_param param;

ioerr = wiringPiSetup();
if( ioerr == -1 ) return 1;

setup(); pthread_create(&thread0, NULL, thread0Go, NULL); // lowest priority task: screen
output param.sched_priority = 10;

pthread_setschedparam(thread0, SCHED_RR, &param);
pthread_create(&thread1, NULL, thread1Go, NULL); // medium priority task: keyboard
monitoring (stop program)
param.sched_priority = 25;
}

```

```
pthread_setschedparam(thread1, SCHED_RR, &param);

pthread_create(&thread2, NULL, thread2Go, NULL); // higher priority task: !!! motor control
                                                program !!!
param.sched_priority = 50;
pthread_setschedparam(thread2, SCHED_RR, &param);

pthread_create(&thread3, NULL, thread3Go, NULL); // highest priority task: encoder reading
param.sched_priority = 90;
pthread_setschedparam(thread3, SCHED_RR, &param);

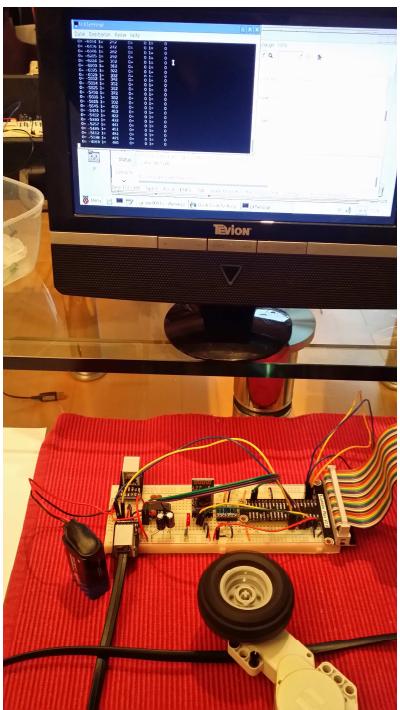
pthread_join(thread0, NULL);
pthread_join(thread1, NULL);
pthread_join(thread2, NULL);
pthread_join(thread3, NULL);

for(int i=0; i< MAXMOTORS; ++i) {
    motorOn(i, 0);
}

delay(1000);
exit(0);

}

//-----
```

Testbild:

Raspberry Pi: UART Schnittstelle (Pi B+ und Pi 2)

Raspberry Pi GPIO Header							
BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM	
2	i2c-1	3.3v	1	2	5v		
3	i2c-1	SDA.1	3	4	5V		
4		SCL.1	5	6	0v		
7		1-Wire	7	8	TxD	15	UART
		0v	9	10	RxD	16	UART
17	0	GPIO. 0	11	12	GPIO. 1	1	18
27	2	GPIO. 2	13	14	0v		
22	3	GPIO. 3	15	16	GPIO. 4	4	23
		3.3v	17	18	GPIO. 5	5	24
10	12	MOSI	19	20	0v		
9	13	MISO	21	22	GPIO. 6	6	25
11	14	SCLK	23	24	CEO	10	8
		0v	25	26	CE1	11	7
0	i2c-0	SDA.0	27	28	SCL.0	31	i2c-0
5	21	GPIO.21	29	30	0v		
6	22	GPIO.22	31	32	GPIO.26	26	pwm0
13	pwm1	GPIO.23	33	34	0v		
19	24	GPIO.24	35	36	GPIO.27	27	16
26	25	GPIO.25	37	38	GPIO.28	28	20
		0v	39	40	GPIO.29	29	21
BCM	WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi	BCM	

Links: [A] UART-Setup:

- <http://www.forum-raspberrypi.de/Forum-a...ersprachen>
- http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/RasPi/RasPi_Serial.html (!)
- <https://github.com/WiringPi/WiringPi/blob/master/wiringPi/wiringSerial.h>
- <http://www.einplatinencomputer.com/raspberry-pi-uart-senden-und-empfangen-in-c/> (!)
- http://kampus-elektroecke.de/?page_id=1682
- <http://www.loetstelle.net/praxis/seriellport/seriell.php>
- Pi3 Besonderheiten: <http://www.forum-raspberrypi.de/Thread-...berry-pi-3>
- <https://spellfoundry.com/2016/05/29/con...ding-pi-3/>

Links: [B] : UART verwenden (z.B. mit Arduino verbinden):

- <http://wiringpi.com/>
- <http://wiringpi.com/wiringpi-and-the-raspberry-pi-model-b/>
- <https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/serial-library/>
- <http://blog.oscarliang.net/raspberry-pi-and-arduino-connected-serial-gpio/>
- <http://blog.simtronyx.de/raspberry-pi-und-arduino-serielle-verbindungen/>
- <http://www.raspberry-projects.com/pi/programming-in-c/uart-serial-port/using-the-uart>

video:

- <https://www.youtube.com/watch?v=IZC9G3U58Sc>

UART mit Raspbian benutzen: Vorbereitungen

Quelle: <http://www.einplatinencomputer.com/raspberry-pi-uart-senden-und-empfangen-in-c/>
(verändert)

Anm: die UART Port-Bezeichnung "ttyAMA0" hat sich vom Raspberry Pi 2 zum Pi 3 und zum Pi Zero geändert; man kann jetzt aber für alle gemeinsam die neue, einheitliche Portbezeichnung "serial0" verwenden, die automatisch richtig auf der entspr. Plattform konfiguriert wird!

Unter Raspbian wird die UART-Schnittstelle standardmäßig als serielle Konsole bereitgestellt. Damit wir die UART-Schnittstelle in unseren eigenen Anwendungen nutzen können müssen, muss die Funktion der seriellen Konsole deaktiviert werden.

manuelle Methode:

Hierzu machen wir erst ein Backup der Datei

cp /boot/cmdline.txt /boot/cmdline.bak

Dann editieren wir die Datei /boot/cmdline.txt mit nano:

sudo nano /boot/cmdline.txt

Aus der Datei /boot/cmdline.txt entfernen wir in der Zeile

dwc_otg.lpm_enable=0 console=ttyAMA0,115200 kgdboc=ttyAMA0,115200 console=tty1

root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4 elevator=deadline rootwait

folgenden Teil:

console=ttyAMA0,115200 kgdboc=ttyAMA0,115200

Den Rest stehen lassen !

Ist dies erledigt, sollte anschließend der im Bild gezeigte Ausdruck noch vorhanden sein.

Nach dem Editieren kann die Datei gespeichert (^O) und geschlossen werden (^X).

Der Inhalt lautet jetzt:

dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4 elevator=deadline rootwait

Anschließend bearbeiten wir die Datei /etc/inittab.

sudo nano /etc/inittab

Am Ende der Datei befindet sich eine Zeile mit folgendem Inhalt:

T0:23:respawn:/sbin/getty -L ttyAMA0 115200 vt100

Diese Zeile müssen wir *durch Einfügen des Zeichens # (Raute) am Zeilenanfang auskommentieren*.

Haben wir die Zeile erfolgreich auskommentiert, kann die Datei mit der Tastenkombination Strg+X, Y (?) und Enter gespeichert und geschlossen werden.

Damit die Einstellungen übernommen und aktiviert werden, muss der Raspberry Pi neu gestartet werden.

sudo reboot

alte alternative Methode:

per LX Terminal das Config-Menü starten:

sudo raspi-config

unter

9. Advanced Options

A8. Serial

die Frage

"Would you like a login shell to be accessible over Serial?"

mit <Nein> beantworten (anklicken) und die Eingabe mit ENTER abschließen.

Es kommt der Hinweis

"Serial is now disabled". <OK> bestätigen.

Das gilt natürlich nur für die Konsole, nicht für die Pins.

Verlassen des Config-Menüs:

per TAB-Taste auf <Finish>, dan wieder ENTER.

Die Frage

"Would you like to reboot now?" mit<JA> bestätigen.

neuere alternative Methode:

1. Add the line

`enable_uart=1`

to the '/boot/config.txt' file, this line will set up the Serial Port UART and the necessary clocks on all Pi models.

2. Remove the phrase "console=serial0,115200" from the '/boot/cmdline.txt' file.

This action prevents Linux from starting a Console on the Serial Port.

Endlich fertig.

Jetzt wurde die UART-Schnittstelle auf dem Pi aktiviert und kann verwendet werden.

Soll eine Kommunikation vom Raspberry Pi zu einem anderen kompatiblen Gerät via UART aufgebaut werden, so müssen die entsprechenden UART-GPIO-Pins am Raspberry Pi beschalten werden. Zur Kommunikation benötigen wir lediglich 3 Pins am Pi:

- GPIO_Pin 8: TxD, Sendeleitung (WiringPi: 15)
- GPIO_Pin 10: RxD, Empfangsleitung (WiringPi: 16)
- zusätzlich GND, Masse

Zur Kommunikation mit einem anderen Gerät wird der Sendepin mit dem Empfangspin des Kommunikationspartners und umgekehrt verbunden. Außerdem wird eine Verbindung zwischen 2 GND-Pins (Masse) hergestellt.

Achtung! Die UART-Schnittstelle des Raspberry Pi arbeitet mit einem Pegel von 3,3 Volt. Viele andere Geräte hingegen nutzen einen Pegel von 5 Volt. Will man zwischen diesen Geräten eine UART-Kommunikation aufbauen, so muss ein Pegelwandler dazwischen geschalten werden, um den Pi nicht zu beschädigen oder zu zerstören.

UART mit wiringPi

<http://wiringpi.com/reference/serial-library/>

Anm.:

Leider sind die wiringPi examples schwer zu finden; Gordon henderson hat keine aufgelistet in einem github account.

Allerdings gibt es einige inoffizielle examples in einer branch, die aber wiederum nicht offiziell supportet und teilw. überholt sind:

<https://github.com/WiringPi/WiringPi/tree/master/examples>

Beispielcode zum Initialisieren etc:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>

#include <wiringSerial.h>

int main ()
{
    int fd ;

    if ((fd = serialOpen ("/dev/ttyAMA0", 115200)) < 0)
        // neu, besser: "/dev/serial0"
    {
        fprintf (stderr, "Unable to open serial device: %s\n", strerror (errno)) ;
        return 1 ;
    }

    // Loop, getting and printing characters

    for (;;)
    {
        putchar (serialGetchar (fd)) ;
        fflush (stdout) ;
    }
}
```

aus: <https://github.com/WiringPi/WiringPi/blob/master/examples/serialRead.c>

Raspberry Pi mit Arduino über UART verbinden

die RX/TX-Pins der beiden Geräte werden über Kreuz verbunden (d.h. RX mit TX und TX mit RX).

Arduinos, die wie der Raspi ebenfalls 3.3V Level haben, sind z.B. der ZERO und der DUE (der DUE ist meine persönliche 1. Wahl wegen der vielen IOs, trotz Problemen manchmal mit verbugten libs).

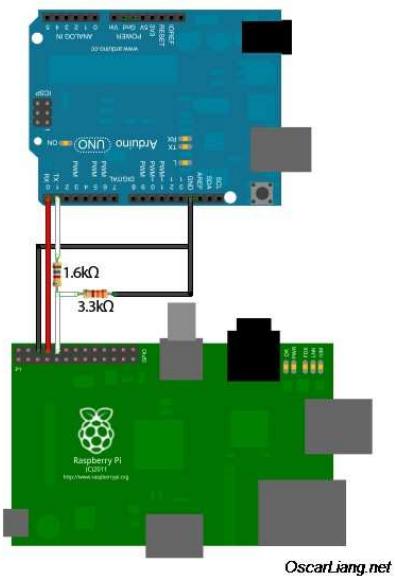
5V-Boards brauchen dafür zusätzlich einen Levelshifter oder (viel einfacher) einen Spannungsteiler mit 2 Widerständen.

Schaltplan z.B. für den UNO oder den MEGA etc. (5V),

*für den DUE oder ZERO (3.3V) den Arduino-TX-Pin direkt **ohne** Widerstände mit dem Raspi verbinden:*

<http://blog.oscarliang.net/ctt/uploads/2013/05/arduino-raspberry-pi-serial-connect-schematics.jpg>

Quelle: <http://blog.oscarliang.net/raspberry-pi-and-arduino-connected-serial-gpio/>



Raspberry Pi <-> Arduino UART Kommunikationsprogramm
 erster Verbindungstest zwischen Raspi und Arduino, basierend auf meinem Arduino-Arduino-Serial-Comm Programm:

<http://www.mindstormsforum.de/viewtopic.php?f=78&t=8491&start=15#p67476>

direkt nach Portieren des Arduino Codes auf Raspi C, offenbar, überraschenderweise: es funktioniert auf Anhieb !... :shock:

funktioniert auch sehr schnell, dabei scheint die Display-Ausgabe auf dem Arduino zu Debug-Zwecken noch am meisten die UART-comm auszubremsen....

Die Arduino Display Ausgabe muss künftig unbedingt als eigener Task per Multitasking (Arduino Due: <Scheduler.h>) laufen !!

share and enjoy!

für den Raspi :

```
// -----
/* 
UART communication
send/receive byte array (64 bytes)
*
Raspberry Pi master
ver 0666nrm2
*/
// (C) Helmut Wunder (HaWe) 2015
// freie Verwendung für private Zwecke
```

// für kommerzielle Zwecke nur nach Genehmigung durch den Autor.

```
// Programming language: gcc C/C++
// protected under the friendly Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0
Unported License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
```

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <stdint.h>
#include <time.h>
#include <sys/time.h>
#include <errno.h>
#include <pthread.h>
#include <wiringPi.h>
#include <wiringSerial.h>

#define byte uint8_t
```

```

char * uart = "/dev/ttyAMA0";
int Serial1;

//=====
// debug monitor
void displayvalues(char * caption, uint8_t array[]) {
    int cnt;
    char sbuf[128];

    sprintf(sbuf, "%s ", caption);
    printf(sbuf); printf("\n");
    for(cnt=0; cnt<8; ++cnt) {
        sprintf(sbuf, "%3d ", array[cnt]); // print on TFT
        printf(sbuf);
    }
    printf("\n");
}

//=====
// serial TCP

const uint8_t MSGSIZE=64;
uint8_t bsync=255;
uint8_t sendbuf[MSGSIZE];
uint8_t recvbuf[MSGSIZE];

uint8_t calcchecksum(uint8_t array[]) {
    int32_t sum=0;
    for(int i=2; i<MSGSIZE; ++i) sum+=(array);
    return (sum & 0x00ff);
}

bool checksumOK(uint8_t array[]){
    return (calcchecksum(array)==array[1]);
}

// ==
// addToBuffer and receive function courtesy of chucktodd
bool addToBuffer( uint8_t buf[], uint8_t *cnt, uint16_t timeout){
    bool inSync = *cnt>0;
    unsigned long start=millis();
    while((*cnt<MSGSIZE)&&(millis()-start<timeout)){
        if( serialDataAvail( Serial1 ) ) { // grab new char, test for sync char, if so start adding to buffer
            buf[*cnt] = (uint8_t)serialGetchar( Serial1 );
            if(inSync) *cnt += 1;
            else{
                if(buf[*cnt]==0xFF){
                    inSync = true;
                    *cnt +=1;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        }
    }
}

return (*cnt==MSGSIZE);
}

//=====

bool receive(uint8_t * buf, uint16_t timeout, uint8_t *cnt){ // by passing cnt in and out,
// i can timeout and still save a partial buffer, so a resync costs less (less data lost)
bool inSync=false;
unsigned long start=millis();
uint8_t * p; // pointer into buf for reSync operation
bool done=false;
do{
    done = addToBuffer(buf,cnt,timeout); // if this return false, a timeout has occurred, and the while
    will exit.

    if(done){ // do checksumOK test of buffer;
        done=checksumOK(buf);

        if(!done){ // checksumOK failed, scan buffer for next sync char
            p = (uint8_t*)memchr((buf+1), 0xff, (MSGSIZE-1));
            if(p){ // found next sync char, shift buffer content, refill buffer
                *cnt = MSGSIZE -(p-buf); // count of characters to salvage from this failure
                memcpy(buf,p,*cnt); //cnt is now where the next character from Serial
                is stored!
            }
            else *cnt=0; // whole buffer is garbage
        }
    }
}

} while(!done&&(millis()-start<timeout));
return done; // if done then buf[] contains a sendbufid buffer, else a timeout
occurred
}

//=====

void loop()
{
    char      sbuf[128],  resOK;
    static  uint8_t cnt=0;
    uint8_t  cbuf[MSGSIZE], chk;

    // send to slave
    //Serial.println();
    sendbuf[0]=bsync;
    sendbuf[1]=calcchecksum(sendbuf);
}

```

```

for(uint8_t i=0; i<MSGSIZE; i++) {           //
    serialPutchar( Serial1, sendbuf);        // Send values to the slave
}

sprintf(sbuf, "send : %4d %4d   ", sendbuf[4], sendbuf[6]);
printf(sbuf);

//  Receive from slave
memset(cbuf, 0, sizeof(cbuf));
resOK = receive ( cbuf, 10000,&cnt);
if( resOK ) {                  // receive ok?
    cnt=0;
    memcpy(recvbuf, cbuf, sizeof(cbuf)); // debug sprintf(sbuf, "received: %4d %4d  \n",
    recvbuf[4], recvbuf[6]);
    printf(sbuf);memset(sendbuf, 0, sizeof(sendbuf)); // clear send buf
    // debug: test values to send back!
    sendbuf[4]=recvbuf[4]+10;           // change [4] to send back
    sendbuf[6]=recvbuf[6]+20;           // change [6] to send back
}

}

//=====

int main() {
unsigned long timesav;
char sbuf[128];

printf("initializing..."); printf("\n");
// UART Serial com port
Serial1 = serialOpen (uart, 115200); // for Arduino code compat.
while(1) { loop(); }
serialClose( Serial1);

exit(0);
}

//-----

```


für den Arduino Due:

```
//-----
/*
UART communication
    send/receive byte array (64 bytes)

Arduino slave
( Arduino Due + Mega; for small AVR use SoftwareSerial ! )

ver 0666nas2

*/

// (C) Helmut Wunder (HaWe) 2015
// freie Verwendung für private Zwecke
// für kommerzielle Zwecke nur nach Genehmigung durch den Autor.
// Programming language: Arduino Sketch C/C++ (IDE 1.6.1 - 1.6.5)
// protected under the friendly Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0
// Unported License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/

//=====

const uint8_t MSGSIZE=64;
uint8_t bsync=255;
uint8_t sendbuf[MSGSIZE];
uint8_t recvbuf[MSGSIZE];

//=====

const uint32_t UARTclock = 115200;

//=====

void displayvalues(char * caption, uint8_t array[]) {
    int cnt;
    char sbuf[128];

    sprintf(sbuf, "%s ", caption);
    Serial.println(sbuf);
    for(cnt=0; cnt<8; ++cnt) {
        if(cnt%8==0) Serial.println();
        sprintf(sbuf, "%3d ", array[cnt]);           // print on TFT
        Serial.print(sbuf);                         // Print sendbufue to the Serial
Monitor
    }
    Serial.println();
}
```

```

//=====
// serial transmission
uint8_t calcchecksum(uint8_t array[]) {
    int32_t sum=0;
    for(int i=2; i<MSGSIZE; ++i) sum+=(array);
    return (sum & 0x00ff);
}

#define checksumOK(array) (calcchecksum(array)==array[1])

// =====
// addToBuffer and receive function courtesy of chucktodd
bool addToBuffer( uint8_t buf[], uint8_t *cnt, uint16_t timeout){
bool inSync = *cnt>0;
unsigned long start=millis();
    while((*cnt<MSGSIZE)&&(millis()-start<timeout)){
        if(Serial1.available()){ // grab new char, test for sync char, if so start adding to buffer
            buf[*cnt] = (uint8_t)Serial1.read();
            if(inSync) *cnt += 1;
            else{
                if(buf[*cnt]==0xFF){
                    inSync = true;
                    *cnt +=1;
                }
            }
        }
    }
    return (*cnt==MSGSIZE);
}

//=====

bool receive(uint8_t * buf, uint16_t timeout, uint8_t *cnt){ // by passing cnt in and out,
// i can timeout and still save a partial buffer, so a resync costs less (less data lost)
bool inSync=false;
unsigned long start=millis();
uint8_t * p; // pointer into buf for reSync operation
bool done=false;
do{
    done = addToBuffer(buf,cnt,timeout); // if this return false, a timeout has occurred, and the while
    will exit.

    if(done){ // do checksumOK test of buffer;
        done=checksumOK(buf);
        if(!done){ // checksumOK failed, scan buffer for next sync char
            p = (uint8_t*)memchr((buf+1), 0xff, (MSGSIZE-1));
        }
        if(p){ // found next sync char, shift buffer content, refill buffer
            *cnt = MSGSIZE -(p-buf); // count of characters to salvage from this failure
        }
    }
}

```

```

        memcpy(buf,p,*cnt); //cnt is now where the next character from Serial
is stored!
    }
    else *cnt=0; // whole buffer is garbage
}
}

}while(!done&&(millis()-start<timeout));
return done; // if done then buf[] contains a sendbufid buffer, else a timeout
occurred
}

//=====

void loop()
{
    char      sbuf[128],  resOK;
    static uint8_t cnt=0;
    uint8_t   cbuf[MSGSIZE], chk;

    // Receive from master
    memset(cbuf, 0, sizeof(cbuf));
    resOK = receive( cbuf, 10000,&cnt);
    if( resOK ) {                      // receive ok?
        cnt=0;
        //displayvalues(60, "Received...:", cbuf);
        memcpy(recvbuf, cbuf, sizeof(cbuf));
        memset(sendbuf, 0, sizeof(sendbuf));
        // debug: test values to send back!
        sendbuf[4]=recvbuf[4]+1;           // change [4] to send back
        sendbuf[6]=recvbuf[6]+1;           // change [6] to send back
    }

    // send to master
    //Serial.println();
    sendbuf[0]=bsync;
    sendbuf[1]=calcchecksum(sendbuf);
    for(uint8_t i=0; i<MSGSIZE; i++) {
        Serial1.write(sendbuf);          // Send values to the master
    }
    //Serial1.flush();                  // clear output buffer
    //displayvalues(20, "Transmitted...:", sendbuf);
    sprintf(sbuf, "recieve: %4d %4d    send: %4d %4d", recvbuf[4], recvbuf[6], sendbuf[4],
sendbuf[6]);
    Serial.println(sbuf);
}

```

```
}

//=====

void setup() {
char sbuf[128];
int32_t i=0;

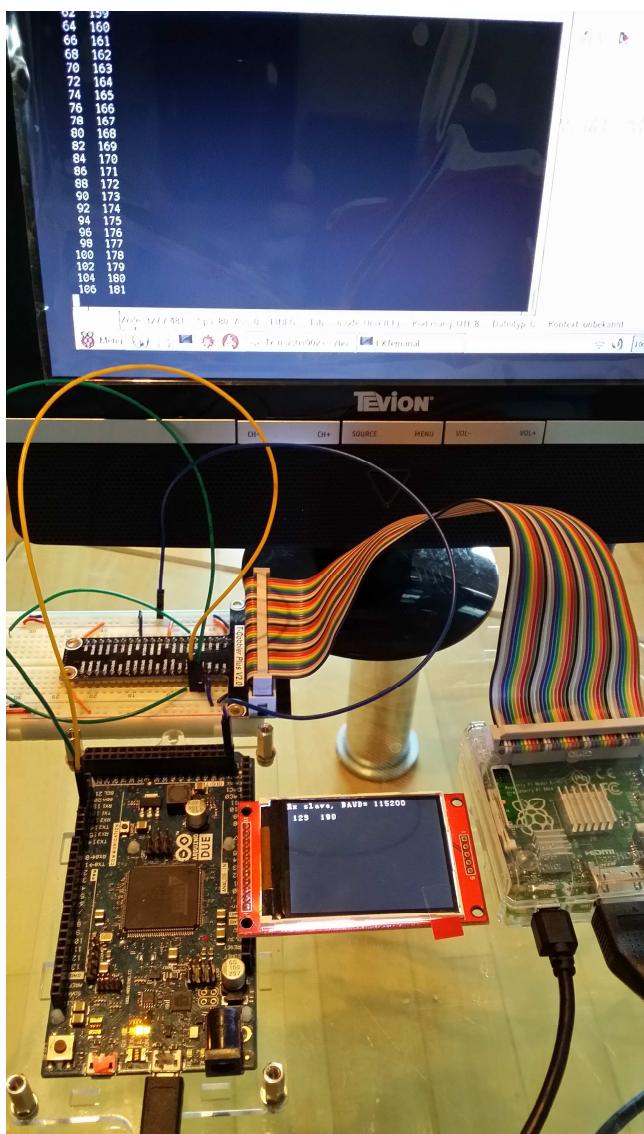
// Serial
Serial.begin(115200); // USB terminal

Serial1.begin(UARTclock); // RX-TX UART

while(Serial1.available()) Serial1.read(); // clear output buffer
sprintf(sbuf, "setup(): done.");
Serial.println(); Serial.println(sbuf);

sprintf(sbuf, "Rx slave, BAUD= %ld", UARTclock );
}

//-----
```



Ublox Neo-Gy-6M

(Baustelle)

<https://github.com/jacketizer/libnmea/tree/master/examples>https://github.com/wdalmut/libgps/blob/master/examples/position_logger.c

Code, um Datum und Zeit (System) anzuzeigen:

```
#include <stdio.h>
#include <time.h>
int main ()
{
struct tm *timeinfo ;
time_t rawtime ;
char strResponse [128] ;

rawtime = time (NULL) ;
timeinfo = localtime(&rawtime) ;
strftime(strResponse,128,"%H:%M:%S %d-%b-%Y",timeinfo);

printf ("%s\n", strResponse) ;
}
```

Nutzung von USB, zum Verbinden über USB-Schnittstellen:

Nachdem beide Geräte (Raspi und Arduino) USB-Schnittstellen besitzen, und USB auch nur ein serielles Protokoll ist, kann man beide Geräte auch direkt über ihre USB-Buchsen verbinden. Die Arduino-USB-Buchse ist immer schon mit UART0 (RX0/TX0 auf pins 0+1) verbunden, beim Raspi muss man die genaue Adresse des Ports, mit dem der Arduino verbunden ist, erst noch herausfinden.

bisher wird auf dem Raspi dies als GPIO-Schnittstellen-Adresse verwendet (BCM 14+15):
[*color=#008000*]/dev/ttyAMA0[/*color*].

Um den Namen des Raspi-USB-Ports herauszufinden, an dem der Arduino angeschlossen ist, lässt man den erst mal ab und öffnet eine Linux Konsole.

Dann steckt man den Arduino ein und tippt in der Konsole

`dmesg | tail`

Da kommt dann u.a.

new full-speed USB device ...

...
cdc_acm: ttyACM0: USB ACM device
usbcore: registered new interface driver cdc_acm

Will heißen, der Arduino hängt per USB an einem virtuellen UART mit dem Namen:
/dev/ttyACM0

Dies ist die neue serielle Adresse auf dem Raspi.

Am Arduino ist der serielle Port dann automatisch

Serial (RX0/TX0)

über den USB-Stecker, mit dem man ansonsten mit dem PC verbindet zum Programmieren oder für das Serielle Terminal Window.

Soll dagegen das Raspi-USB-Kabel direkt mit einem Arduino-UART-Pin verbunden werden, braucht man einen gesonderten USB-UART-Adapter:

f) Nutzung von USB-ch341 uart converter:



[http://www.ebay.de/itm/USB-Seriell-TTL-LVTTL-Adapter-Converter-für-z.B-Arduino-inkl-Kabel-/301883482496](http://www.ebay.de/itm/USB-Seriell-TTL-LVTTL-Adapter-Converter-fur-z-B-Arduino-inkl-Kabel-/301883482496)

Jumper für Arduino DUE auf 3.3V ändern !!!

Diesen Adapter einfach in die USB-Buchse einstecken, dann lassen sich die RX/TX Pins mit einem anderen seriellen Gerät (UART-Sensor oder Arduino Serial) verbinden.

Eingabe im Terminal:

`dmesg | tail` Da kommt dann u.a.

`usb 1-1.3: new USB device found, idVendor=...`

...

USB serial support registered cor ch341 -uart
ch341 1-1.3:1.0: ch341 uart converter detected

Will heißen, der ch341-UART-Konverter hängt an einem virtuellen UART mit dem Namen:
`/dev/ttyUSB0`

(Danke an Mxt (Roboternetz-Forum) und Marco Niesen !)

Raspberry Pi: I2C Schnittstelle (Pi B+ und Pi 2)

Lit.:

<http://www.raspberry-pi-geek.de/Magazin/2015/01/Der-I2C-Bus-des-Raspberry-Pi-Teil-1>

a) Übersicht:

Die Pins für I2C liegen auf dem Raspi auf den folgenden GPIOs:

I2C-1:

phys.

3 SDA.1 wiringPi 8 (BCM 2)

5 SCL.1 wiringPi 9 (BCM 3)

I2C-0

phys.

27 SDA.0 wiringPi 30 (BCM 0)

28 SCL.0 wiringPi 31 (BCM 1)

Links:

http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/RasPi/RasPi_I2C.html

<http://blog.retep.org/2014/02/15/connecting-an-arduino-to-a-raspberry-pi-using-I2C/>

<http://blog.oscarliang.net/raspberry-pi-arduino-connected-I2C/>

b) Den RasPi für I2C vorbereiten

(abweichend von der Vorschrift in den Links: keine Blacklist, kein manuelles Patchen einer boot-config-Datei für I2C-1 etc.):

sudo raspi-config=> (9) Advanced Options

=> (A7) I2C

=> I2C Modul enablen: <Ja>

=> beim Booten automatisch laden: <OK>

Trotzdem wird dann zwar I2C-1, aber nicht I2C-0 geladen. Dazu ist dann doch wieder mal ein extra Schritt nötig:

sudo nano /boot/config.txt

am Schluss hinzufügen:

dtparam=I2C_vc=on

weitere / optionale settings:

#I2C enable

dtparam=I2C_arm=on

#I2C-0 enable

dtparam=I2C_vc=on

#I2C baud rate

dtparam=I2C_arm_baudrate=400000

dtparam=I2C_vc_baudrate=400000

I2C access without root privileges

SUBSYSTEM="I2C-dev", MODE="0666"

Schließlich Linux I2C-Tools installieren :

sudo apt-get update

sudo apt-get install I2C-tools # I2C-Toolkit fuer die Kommandozeile

sudo apt-get install python-smbus # optional: Python-Bibliothek fuer I2C

sudo apt-get install libI2C-dev # Bibliothek fuer C

Jetzt RPI neu booten. Danach soll man die 2 I2C devices sehen können:

```
pi@raspberrypi ~ $ ls -l /dev/I2C*
```

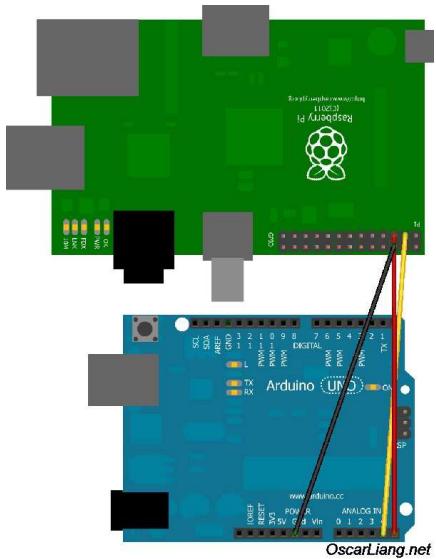
crw-rw---T 1 root I2C 89, 0 May 25 11:56 /dev/I2C-0

crw-rw---T 1 root I2C 89, 1 May 25 11:56 /dev/I2C-1

Test: scan the I2C bus:

```
pi@raspberrypi ~ $ I2Cdetect -y 1
```

c) Den RasPi per I2C mit Arduino verbinden:



[img]<http://blog.oscarliang.net/ctt/uploads/2013/05/RaspberryPI-I2C-Arduino.jpg>[/img]
aus: <http://blog.oscarliang.net/raspberry-pi-arduino-connected-I2C/>

RPI Arduino (Uno/Mega)

GPIO 0 (SDA) <--> Pin A4/20 (SDA)

GPIO 1 (SCL) <--> Pin A5/21 (SCL)

Ground <--> Ground

Keine Level-Konverter nötig, wenn der Raspi master ist, denn er besitzt bereits interne Pullups auf +3,3V !

Nach Verbinden mit Arduino (slave addr=0x04) z.B.:

```
pi@mimas ~ $ I2Cdetect -y 1
```

What you are now seeing is a list of all I2C devices connected. The one you are interested in is 04 which happens to be your arduino.

d) RasPi <-> Arduino I2C-Kommunikationsprogramm:

funktioniert momentan nur mit Arduino DUE (ARM), nicht mit MEGA (AVR) (Clock Stretching Fehler? eingebaute Pullups beim Mega?)

Testcode Raspi I2C Master:

```
//-----  
// Raspberry Pi Master code to send/receive byte arrays  
// to an Arduino as an I2C slave  
//
```

```

// ver. 0.002a

#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <wiringPi.h>
#include <wiringPiI2C.h>

#include <errno.h>
#include <string.h>

#define MSGSIZE 30

unsigned char calcchecksum( unsigned char array[] ) {
    int32_t sum=0;
    for(int i=2; i<MSGSIZE; ++i) sum+=(array);
    return (sum & 0x00ff);
}

int main (void)
{
    int fd, i ;
    unsigned char test=0;
    unsigned char data [MSGSIZE] ;

    if ((fd = wiringPiI2CSetup (0x04) ) < 0)
    {
        fprintf (stderr, "Can't open RTC: %s\n", strerror (errno));
        exit (EXIT_FAILURE) ;
    }

    for (;;) {
        memset(data, 0, sizeof(data));
        data[0]= 0xff; // init for transmission error check
        read (fd, data, MSGSIZE) ;
        if( data[1] != calcchecksum( data ) ) {
            // handle transmission error !
        }
        else {
            printf (" read: ");
            for (i = 0 ; i < 7 ; ++i)
                printf (" %3d", data );
            //printf ("\n");
            delay(10) ;

            memset(data, 0, sizeof(data));
        }
    }
}

```

```

data[5]= test++;
data[0]= 0xff;
data[MSGSIZE-1]= 0x04;
    data[1] = calcchecksum( data ) ;

write(fd, data, MSGSIZE) ;
printf (" write: ");
for (i = 0 ; i < 7; ++i)
printf (" %3d", data ) ;
printf ("\n\n") ;
    delay(10) ;
}
}

return 0 ;
}
//-----

```

Testcode Arduino I2C Slave:

```

//-----
// Arduino code to send/receive byte arrays
// Arduino as an I2C slave
//
// ver. 0.002

#include <Wire.h>
#define SLAVE_ADDRESS 0x04
#define MSGSIZE 30
byte recvarray[MSGSIZE]; // 0=0xff; 1=chksum; ...data...; MSGSIZE-
1=SLAVE_ADDRESS
byte sendarray[MSGSIZE];

volatile int8_t flag=0;

//=====
//=====

void setup() {
int32_t i=0;
// Serial terminal window
i=115200;
Serial.begin(i);
Serial.print("Serial started, baud=");
Serial.println(i);

// Wire (I2C)
Wire.begin(SLAVE_ADDRESS); // start Arduino as a I2C slave, addr=0x04 (7-bit coded)
Wire.onReceive(receiveData); // event when master array is sent

```

```

Wire.onRequest(sendData); // event when master requests array to read
sizeof(sendarray)); // init send- and recv arrays

memset(recvarray, 0, sizeof(recvarray));
Serial.print("I2C init: my slave address= ");
Serial.println(SLAVE_ADDRESS);
Serial.println("I2C init: done.");
Serial.println();

Serial.println("setup(): done.");
}

//=====

uint8_t calcchecksum(uint8_t array[]) {
int32_t sum=0;
for(int i=2; i<MSGSIZE; ++i) sum+=(array);
return (sum & 0x00ff);
}

//=====

void loop()
{
char sbuff[128];
Serial.println(); Serial.println();
// do something with the received data
// and then do something to build the sendarray [3]...[MSG_SIZE-2]
if(flag==1) {
//debug
sendarray[4] +=1;
}

sendarray[0] = 0xff; // 0 = start: 0xff == msg start
flag
sendarray[2] = flag; // 2 = send back msg error flag
sendarray[MSGSIZE-1] = SLAVE_ADDRESS; // end of array: ID check

sendarray[1] = calcchecksum(sendarray); // 1 = calc new chksum
flag=0;
// debug output
sprintf(sbuf, "Sendarr[4]=%4d, [5]=%4d, Recvarr[4]=%4d, [5]=%4d",
sendarray[4], sendarray[5], recvarray[4], recvarray[5]);
Serial.println(sbuf);

delay(1); // short break for the cpu and
the bus
}

//=====

```

```

void receiveData(int byteCount) {
int32_t i;
byte val;

    while(Wire.available()<MSGSIZE) ;           // wait for all bytes to
complete
    i=0;                                         // init counter var
    while(Wire.available() && (i<MSGSIZE) )      // read all recv array bytes
{
    val=Wire.read();
        recvarray[i++]=val;
    }

// check for transmission error
if( (recvarray[0] == 0xff)
&& (recvarray[1] == calcchecksum(recvarray))
&& (recvarray[MSGSIZE-1] == SLAVE_ADDRESS ))
flag=1;      // data ok
else
    flag=127;        // data faulty => handle rcv-error => flag =127
}

//=====
void sendData(){
// Wire.write writes data from a slave device in response to a request from a master
Wire.write(sendarray, MSGSIZE);      // send own byte array back to master..
}

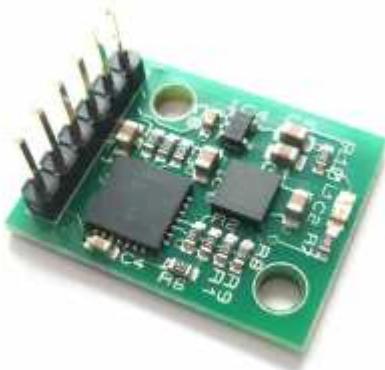
//-----

```

I2C Sensoren: Source Code Examples

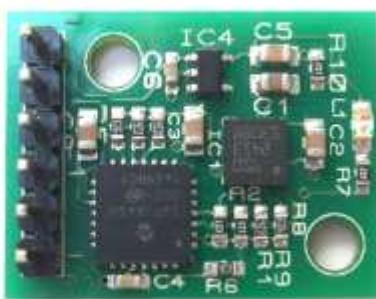
(vgl. auch: http://www.robot-electronics.co.uk/htm/raspberry_pi_examples.htm)

(I2C) CMPS11 (IMU = 3D-Gyroscope, 3D-Compass, 3D-Accelerometer):



I2C mode

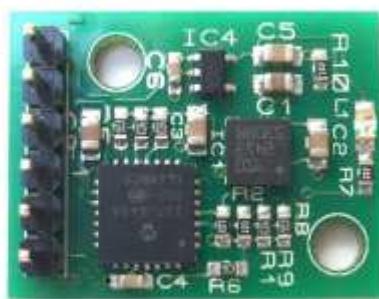
3.6v-5v
SDA
SCL
Mode
Factory use
0v Ground



To enter the I2C mode of operation leave
the mode pin unconnected

Serial mode

3.6v-5v
Tx
Rx
Mode
Factory use
0v Ground



To enter the serial mode of operation
connect the mode pin to ground

[size=120][color=#FF0000] (I2C) CMPS11 (IMU = 3D-Gyroscope, 3D-Compass, 3D-Accelerometer):[/color][/size]

Interface: I2C oder auch UART möglich

I2C Bus speed: STANDARD + FAST-I2C (100-400kHz, getestet)

[img]<http://www.hobbytronics.co.uk/image/cache/data/devantech/cmps11-tilt-compass-250x250.jpg>[/img]

<http://www.hobbytronics.co.uk/cmps11-tilt-compass>

<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/cmps11I2C.htm>

Besonderheiten:

IMU Sensor mit 3D-Gyro, 3D-Kompass, 3D-Accelerometer, Temperatur-kompensiert

Integrierte Sensor-Fusion per eingebautem Kalman-Filter

Ausgabe des gefilterten Kurses oder auch aller einzelnen Sensor-raw-Daten

einfaches Auslesen von I2C-Registern für Kurs (Kompasskurs, heading), Neigung (pitch) und Schräglage (roll).

Keine komplizierten Umrechnungen mehr nötig!

```

//-----
/*
 * CMPS11 IMU
 * 3D gyro + 3D compass + 3D accelerometer
 * author: originally by James Henderson for Arduino
 * ported to Raspberry Pi code by HaWe
 * test demo
 * ver 0001a
 *
 */

#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <linux/I2C-dev.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

#include <wiringPi.h>
#include <wiringPiI2C.h>

// CMPS11 IMU
#define CMPS11_ADDR 0x60
int      cmps11;

int main() {
    unsigned char  ver, high_byte, low_byte, angle8;
    signed char    pitch, roll;
    int   angle16;
    char sbuf[100];
    cmps11 = wiringPiI2CSetupInterface ("/dev/I2C-1", 0x60);
    ver    = wiringPiI2CReadReg8 (cmps11, 0) ;
    sprintf(sbuf, "\n CMPS11 - fw version: %3d \n\n", ver); // 
    printf(sbuf);
    while(1) {
        angle8  = wiringPiI2CReadReg8 (cmps11, 1) ;
        high_byte = wiringPiI2CReadReg8 (cmps11, 2) ;
        low_byte  = wiringPiI2CReadReg8 (cmps11, 3) ;
        pitch     = wiringPiI2CReadReg8 (cmps11, 4) ;
        roll      = wiringPiI2CReadReg8 (cmps11, 5 ) ;
        angle16 = high_byte;           // Calculate 16 bit angle
        angle16 <= 8;
        angle16 += low_byte;

        sprintf(sbuf, "roll: %3d ", roll); // Display roll data
        printf(sbuf); sprintf(sbuf, " pitch: %3d ", pitch); // Display pitch data
    }
}

```

```
printf(sbuf);
    sprintf(sbuf, "  angle full: %d.%d ", angle16/10, angle16%10); // Display 16 bit angle with
decimal place
printf(sbuf);
sprintf(sbuf, "  angle 8: %3d ", angle8); // Display 8bit angle
printf(sbuf);
printf("\n");
    printf("\n");

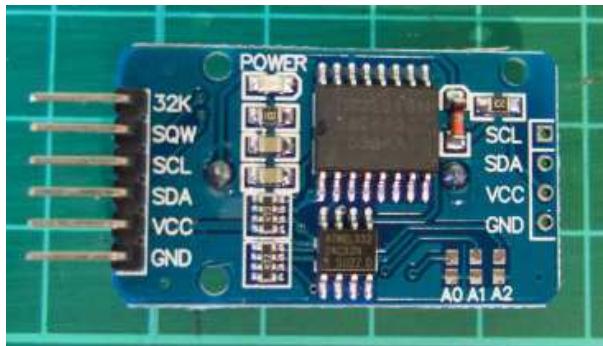
delay(100); // Short delay before next loop

}

return (0);
}

//-----
```

(I2C) Real Time Clock RTC DS3231 :



<http://tronixstuff.com/2014/12/01/tutorial-using-ds1307-and-ds3231-real-time-clock-modules-with-arduino/>

angelehnt an Arduino Sketch Code:

<http://www.mindstormsforum.de/viewtopic.php?f=78&t=8491&start=15#p67456>

```
//-----
/*
*
*   RTC DS3231
*
* test demo
* taken from http://tronixstuff.com/2014/12/01/tutorial-using-ds1307-and-ds3231-real-time-clock-modules-with-arduino/
* ported to Raspberry Pi by HaWe, 2016
* ver 0001
*/

```

```
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <stdlib.h>
#include <linux/I2C-dev.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

#include <wiringPi.h>
#include <wiringPiI2C.h>

#define byte uint8_t
// RTC DS3231
#define ADDR_RTCDS3231 0x68
int frtcds3231;
```

```

//=====
// Convert normal decimal numbers to binary coded decimal
//=====
byte decToBcd(byte val) { return( (val/10*16) + (val%10) ); }

//=====
// Convert binary coded decimal to normal decimal numbers
//=====
byte bcdToDec(byte val) { return( (val/16*10) + (val%16) ); }

//=====

void setDS3231time( byte year, byte month, byte dayOfMonth, byte hour, byte
minute, byte second, byte dayOfWeek)
{
// sets time and date data to DS3231
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 0, decToBcd(second));           // set seconds
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 1, decToBcd(minute));          // set minutes
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 2, decToBcd(hour));            // set hours
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 3, decToBcd(dayOfWeek));        // ( 1=Sunday, 7=Saturday)
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 4, decToBcd(dayOfMonth));       // set dayOfMonth
(1 to 31)
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 5, decToBcd(month));           // set month
    wiringPiI2CWriteReg8(frtcds3231, 6, decToBcd(year));            // set year (0 to
99)

}

//=====

int main() {
int year, month, dayOfMonth, hour, minute, second, dayOfWeek;
int i=0, check;
char sbuf[100];

// frtcds3231 = wiringPiI2CSetupInterface( "/dev/I2C-0", ADDR_RTCDS3231 );
// I2C-0
frtcds3231 = wiringPiI2CSetupInterface( "/dev/I2C-1", ADDR_RTCDS3231 );
// I2C-1

printf(" RTC DS3231 \n");
printf("Set new Date/Time: enter 1\n");
printf("else: display time\n\n");

i = getchar();
//debug
//printf("%d \n", i);

while (i=='1') {

```

```

// get string yy mm dd hh mm ss dw : gets() ?
printf("yy mm dd hh mm ss dw (DayOfWeek) \n");
check=scanf("%d %d %d %d %d %d %d", &year, &month, &dayOfMonth, &hour, &minute,
    &second, &dayOfWeek);
getchar();
printf("check=%d\n", check);

if(check==7) {
    printf("%d \n", year);
    printf("%d \n", month);
    printf("%d \n", dayOfMonth);
    printf("%d \n", hour);
    printf("%d \n", minute);
    printf("%d \n", second);
    printf("%d \n", dayOfWeek);
    setDS3231time( year, month, dayOfMonth, hour, minute, second, dayOfWeek
) ;
}

printf(" RTC DS3231 \n");
printf("Set new Date/Time:   enter 1\n");
printf("else:  display time\n\n");
i=0;
i = getchar();

}

while(1) {
    second =      bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 0) & 0x7f );
    minute =      bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 1) );
    hour =      bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 2) & 0x3f );
    dayOfWeek = bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 3) );
    dayOfMonth = bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 4) );
    month =      bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 5) );
    year =      bcdToDec(wiringPiI2CReadReg8 (frtcds3231, 6) );

    sprintf(sbuf, "20%02d/%02d/%02d %02d:%02d:%02d", year, month, dayOfMonth, hour,
minute, second);
    printf(sbuf);
    printf(" Day of week %1d: ", dayOfWeek);
    switch(dayOfWeek) {

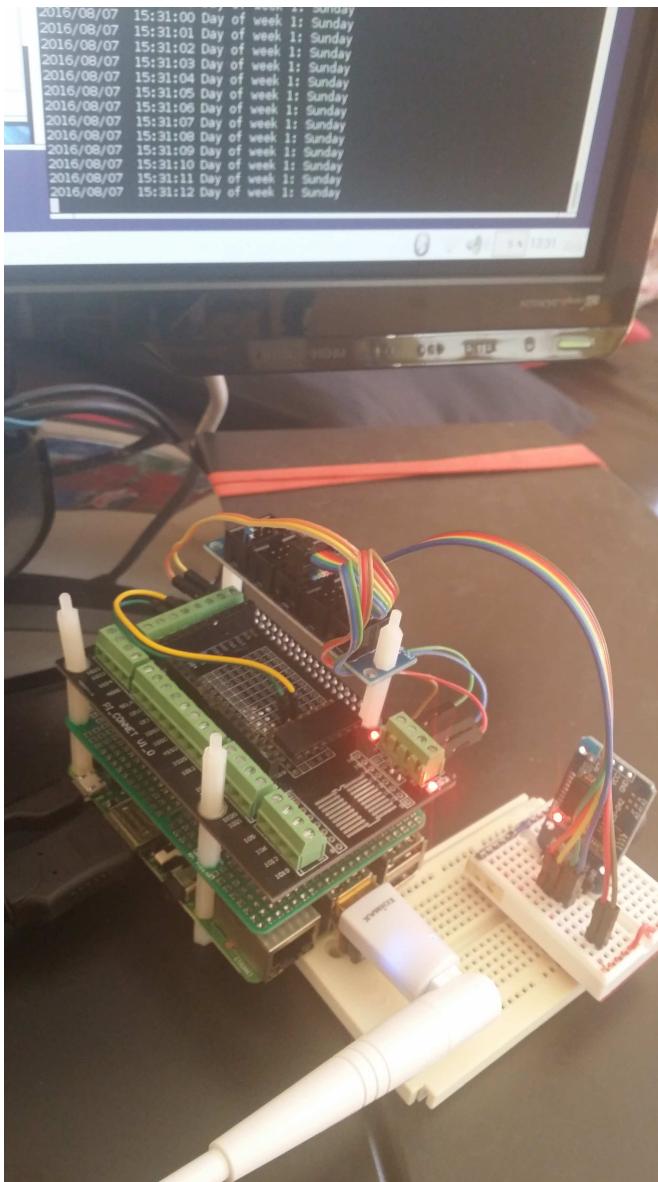
        case 1:
            printf("Sunday");
            break;

        case 2:
            printf("Monday");
            break;
    }
}

```

```
case 3:  
printf("Tuesday");  
break;  
  
case 4:  
printf("Wednesday");  
break;  
  
case 5:  
printf("Thursday");  
break;  
  
case 6:  
printf("Friday");  
break;  
  
case 7:  
printf("Saturday");  
break;  
}  
  
printf("\n");  
delay (1000);  
  
}  
  
return (0);  
}
```

//-----



Synchronisierung der Systemzeit

Man kann jetzt die RTC zur Synchronisierung der Systemzeit wahlweise mit der Internet- oder der RTC-Zeit verwenden:

<http://www.roboternetz.de/community/threads/69120-C-C-Raspi-Systemzeit-aus-Internet-geupdated-oder-von-File-gelesen-und-expoliert?p=626041&viewfull=1#post626041>

```

if (system("ping -c1 -s1 www.google.com")){
    cout<<"There is no internet connection \n";
}

if (system("ping -c1 -s1 www.google.com")){
    cout<<"There is no internet connection \n";
}

```

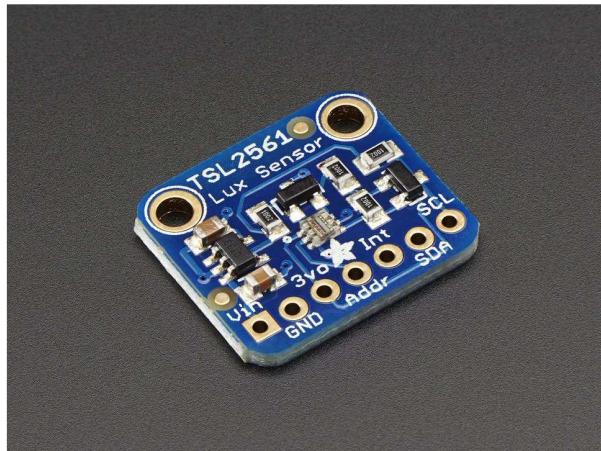
Einbinden der RTC in den Kernel

(Zeit wird von RTC gelesen, nicht vom Internet Server):

```
sudo bash  
sudo leafpad /etc/rc.local  
# vor exit:  
echo ds3231 0x68 > /sys/class/I2C-adapter/I2C-1/new_device  
sudo hwclock -s
```

```
#sudo bash beenden mit:  
exit
```

(I2C) Adafruit TSL2561 Digital Light Sensor :
 (Adafruit TSL2561 Digital Luminosity/Lux/Light Sensor)



[img]<https://cdn-shop.adafruit.com/145x109/439-00.jpg>[/img]
<https://www.adafruit.com/product/439>

Driver Lib: <https://github.com/lexruee/tsl2561>

Installation:

apt-get -install git

clone repository:

git clone git://github.com/lexruee/tsl2561.git

Beispielcode, gibt 5 LUX Werte aus:

```
//-----
#include "tsl2561.h"
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char **argv) {
    int address = 0x39;
    char *I2C_device = "/dev/I2C-1";

    void *tsl = tsl2561_init(address, I2C_device);
    tsl2561_enable_autogain(tsl);
    tsl2561_set_integration_time(tsl, TSL2561_INTEGRATION_TIME_13MS);

    if(tsl == NULL){ // check if error is present
        exit(1);
    }

    int c;
    long lux;
    for(c = 0; c < 5; c++){
        lux = tsl2561_lux(tsl);
```

```
    printf("lux %lu\n", lux);
    usleep(3 * 1000 * 1000);
}

tsl2561_close(tsl);
I2C_device = NULL;
return 0;
}

//-----]
```

(I2C) Ultraschall Sensoren Devantech SRF-02 und SRF-08



[img]<https://www.robot-electronics.co.uk/images/srf02.jpg>[/img]



[img]http://www.roboter-teile.de/Oxid/out/pictures/master/product/1/srf08_250_p1.jpg[/img]

Interface: I2C

Bezugsquellen:

z.B.:

<http://www.exp-tech.de/srf02-ultrasonic-ranger>

<http://www.exp-tech.de/srf08-high-performance-ultrasonic-ranger-finder>

<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf02techI2C.htm>

http://www.ebay.de/sch/i.html?_from=R40&_trksid=m570.l11313&_nkw=%28SRF-02%2C+SRF-08+%29&_sacat=0

Literatur, Source Codes und Treiber :

http://www.robot-electronics.co.uk/htm/raspberry_pi_examples.htm

Beispiel-Sourcecode:

```
//-----
// SRF02 example coder for the Raspberry pi
//
// This code will work for the SRF02/ 10/ 235 and 08.
// It will take a ranging from the module and print results
// to the screen.
//
```

```

// By James Henderson, 2016.

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <linux/I2C-dev.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>

#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char **argv)
{
    printf("**** SRF02/10/235 example program ****\n");

    int fd;                                // File description
                                              // For older raspberry pi modules use "/dev/I2C-0" instead of "/dev/I2C-1"
for the I2C port
    char *fileName = "/dev/I2C-1";           // Name of the port we will be
using
    int address = 0x70;                      // Address of the SRF02 shifted
right one bit
    unsigned char buf[10];                  // Buffer for data being read/
written on the I2C bus

    if ((fd = open(fileName, O_RDWR)) < 0) {   // Open port for reading and writing
        printf("Failed to open I2C port\n");
        exit(1);
    }

    if (ioctl(fd, I2C_SLAVE, address) < 0) {   // Set the port options and set the address of the
device
        printf("Unable to get bus access to talk to slave\n");
        exit(1);
    }

    buf[0] = 0;                                // Commands for performing a ranging
    buf[1] = 81;

    if ((write(fd, buf, 2)) != 2) {            // Write commands to the I2C port
        printf("Error writing to I2C slave\n");
        exit(1);
    }

    usleep(900000);                           // This sleep waits for the ping
to come back

    buf[0] = 0;                                // This is the register we wish
to read from

    if ((write(fd, buf, 1)) != 1) {            // Send the register to read from
        printf("Error writing to I2C slave\n");
        exit(1);
    }

```

```
    }

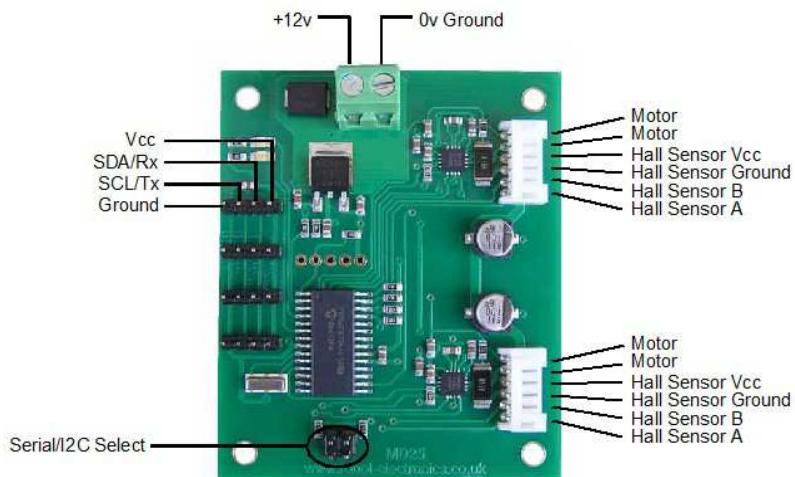
if (read(fd, buf, 4) != 4) {          // Read back data into buf[]
printf("Unable to read from slave\n");
    exit(1);
}

else {
unsigned char highByte = buf[2];
unsigned char lowByte = buf[3];
unsigned int result = highByte;      // Calculate range as a word value
result <<= 8;
result += lowByte;
printf("Software v: %d\n",buf[0]);
    printf("Range was: %u\n",result);
}

close(fd);
return 0;
}

//-----
```

(I2C) Board MD25 - Dual H Bridge Motor Drive :
 (MD25 - Dual 12Volt 2.8Amp H Bridge Motor Drive, I2C Motortreiberplatine für
 Encodermotoren)



[img]<https://www.robot-electronics.co.uk/images/md25connection.jpg>[/img]
<https://www.robot-electronics.co.uk/htm/md25tech.htm>
 passende Encodermotoren :

EMG30 Getriebemotoren mit Encodern



[img]<https://www.robot-electronics.co.uk/images/emg30.jpg>[/img]
<https://www.robot-electronics.co.uk/htm/emg30.htm>

Bezugsquellen z.B.:

<http://www.roboter-teile.de/Oxid/Motor-Servotreiber/DC-Motortreiber/Dual-Motortreiber-MD25.html>
<http://www.exp-tech.de/emg30-getriebemotor-mit-drehgeber>

Beispiel für die Ansteuerung

Quelle: http://www.robot-electronics.co.uk/htm/raspberry_pi_examples.htm
http://www.robot-electronics.co.uk/files/rpi_md25.c

```
//-----
// MD25 example c code for the Raspberry pi.
//
```

```

// Drives both motors until an encoder count of over 0x2000
// is reached and stops the motors. Displays the current decoder value.
//
// By James Henderson, 2016
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <linux/I2C-dev.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <unistd.h>

long readEncoderValues(void); // Reads
encoder data for both motors and displays to the screen
void resetEncoders(void); ///
Resets the encoders to 0
void driveMotors(void); ///
Drive the motors forwards
void stopMotors(void); ///
Stop the motors

int fd; // File description
// For older raspberry pi modules use "/dev/I2C-0" instead of "/dev/I2C-1" for
the I2C port
    char *fileName = "/dev/I2C-1"; // Name of the port we will be using
int address = 0x58; ///
Address of MD25 shifted one bit

unsigned char buf[10]; ///
Buffer for data being read/ written on the I2C bus

int main(int argc, char **argv)
{
printf("**** MD25 test program ****\n");
    if ((fd = open(fileName, O_RDWR)) < 0) { // Open
port for reading and writing
        printf("Failed to open I2C port\n");
        exit(1);
    }

    if (ioctl(fd, I2C_SLAVE, address) < 0) { // Set
the port options and set the address of the device we wish to speak to
        printf("Unable to get bus access to talk to slave\n");
        exit(1);
    }

    buf[0] = 13;
    // This is the register we wish to read software version from

    if ((write(fd, buf, 1)) != 1) {
        // Send register to read software from from
        printf("Error writing to I2C slave\n");
        exit(1);
    }
}

```

```

        if (read(fd, buf, 1) != 1) { // 
Read back data into buf[]
            printf("Unable to read from slave\n");
            exit(1);
    }

else {
    printf("Software version: %u\n", buf[0]);
}

resetEncoders();
// Reset the encoder values to 0

while(readEncoderValues() < 0x2000) { // 
Check the value of encoder 1 and stop after it has traveled a set distance
    driveMotors();
    usleep(200000); // 
This sleep just gives us a bit of time to read what was printed to the screen in
driveMotors()
}

stopMotors();
return 0;
}

void resetEncoders(void) {
    buf[0] = 16; // Command register
    buf[1] = 32; // command to set decoders back to zero

if ((write(fd, buf, 2)) != 2) {
    printf("Error writing to I2C slave\n");
    exit(1);
}
}

long readEncoderValues (void) {
    long encoder1, encoder2;
buf[0]=2; // register for start of encoder values

if ((write(fd, buf, 1)) != 1) {
    printf("Error writing to I2C slave\n");
    exit(1);
}

if (read(fd, buf, 8) != 8) { // 
Read back 8 bytes for the encoder values into buf[]
    printf("Unable to read from slave\n");
    exit(1);
}

else {
    encoder1 = (buf[0] <<24) + (buf[1] << 16) + (buf[2] << 8) + buf[3];
// Put encoder values together
    encoder2 = (buf[4] <<24) + (buf[5] << 16) + (buf[6] << 8) + buf[7];
    printf("Encoder 1: %08lX Encoder 2: %08lX\n",encoder1, encoder2);
}
}

```

```

}

    return encoder1;
}

void driveMotors(void) {
    buf[0] = 0;
        // Register to set speed of motor 1
    buf[1] = 200;
        // speed to be set

if ((write(fd, buf, 2)) != 2) {
printf("Error writing to I2C slave\n");
    exit(1);
}

buf[0] = 1; // motor 2 speed
buf[1] = 200;

if ((write(fd, buf, 2)) != 2) {
printf("Error writing to I2C slave\n");
    exit(1);
}
}

void stopMotors(void){
    buf[0] = 0;

buf[1] = 128;
    // A speed of 128 stops the motor
if ((write(fd, buf, 2)) != 2) {
printf("Error writing to I2C slave\n");
    exit(1);
}

buf[0] = 1;

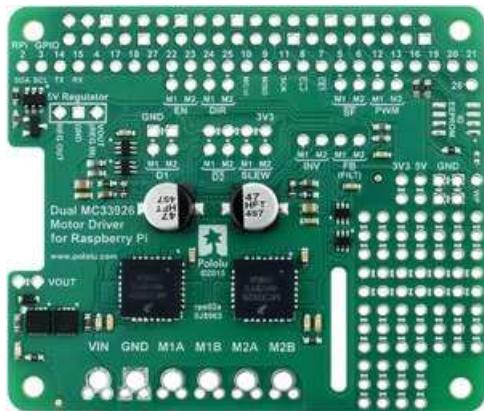
buf[1] = 128;

if ((write(fd, buf, 2)) != 2) {
printf("Error writing to I2C slave\n");
    exit(1);
}
}

//-----

```

(dig. GPIO) : Pololu Dual MC33926 Motortreiber



[img]<https://a.pololu-files.com/picture/0J6593.300.jpg>[/img]

ein alternatives, sehr leistungsstarkes und kompaktes Motortreiber HAT mit einer etwas anderen Pin-Belegung und Steuer-Logik:

http://www.ebay.de/itm/272182305548?_trksid=p2060353.m2749.l2649&ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT

MC33926

http://www.ebay.de/itm/272182305548?_trksid=p2060353.m2749.l2649&ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT

Default pin mappings

This table shows how the Raspberry Pi's GPIO pins are used to interface with the motor drivers:

RPi	GPIO	Motor driver pin	Description
	5	Motor 1 SF	Status flag output: When the driver is functioning normally, this pin should be pulled high by the Raspberry Pi. In the event of a driver fault, the driver IC drives SF low. If either of the disable pins (D1 or D2) is disabling the outputs, SF will also be low.
	6	Motor 2 SF	dto.
	12	Motor 1 PWM	Motor speed input: A PWM (pulse-width modulation) signal corresponds to a PWM output on the corresponding driver's motor outputs.
			When this pin is low, the motor brakes low. When it is high, the motor is on. The maximum allowed PWM frequency is 20 kHz.
	13	Motor 2 PWM	dto.
	22	Motor 1 EN	Enable input: This pin is internally pulled low, putting the motor driver IC into a low-current sleep mode and disabling the motor outputs (setting them to high impedance). EN must be driven high to enable the motor driver.

23 Motor 2 EN dto.

24 Motor 1 DIR Motor direction input: When DIR is low, motor current flows from output A to output B; when DIR is high, current flows from B to A.

25 Motor 2 DIR dto.

Simplified motor control truth table

This table shows how the drivers' control inputs affect the motor outputs:

Inputs			Outputs		
EN	DIR	PWM	MxA	MxB	operating mode
1	0	PWM	PWM(H/L)	L	forward/brake at speed PWM %
1	1	PWM	L	PWM(H/L)	reverse/brake at speed PWM %
1	X	0	L	L	brake low (outputs shorted to ground)
0	X	X	Z	Z	coast (outputs off)

Adafruit DC and Stepper Motor HAT for Raspberry Pi



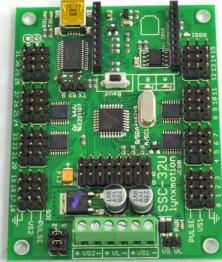
<https://learn.adafruit.com/adafruit-dc-...g-software>

nicht brauchbar und nicht empfehlenswert, da für C/C++ keine Libraries, kein Treiber-Sourcecode und kein Support

Servo-Steuerung

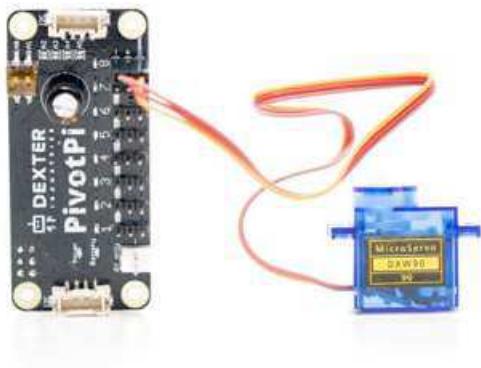
Servo-Steuerung direkt per GPIO-pwm : schwierig bis unmöglich, daher am besten per Servo-Controller-Boards!

Servo-Controller-Board Lynxmotion SSC-32U



<https://www.mybotshop.de/Lynxmotion-SSC-32U-Servocontrollerboard>

Servo-Controller PCA9685
z.B.:
PivotPi Servor Controller Board

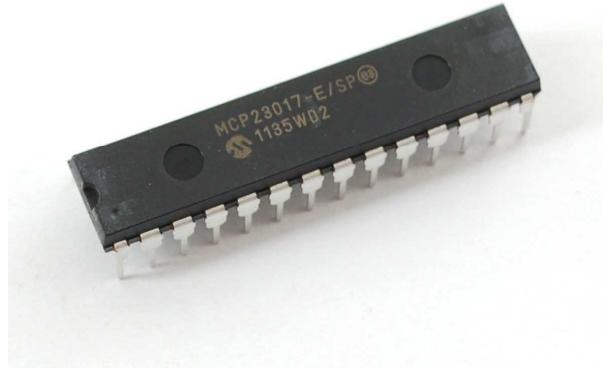


Driver lib:

[https://forum.dexterindustries.com\(clicks/track?url=https%3A%2F%2Fgithub.com%2FDexterInd%2FPivotPi%2Ftree%2Fmaster%2FSoftware%2FC&post_id=20559&topic_id=4351](https://forum.dexterindustries.com(clicks/track?url=https%3A%2F%2Fgithub.com%2FDexterInd%2FPivotPi%2Ftree%2Fmaster%2FSoftware%2FC&post_id=20559&topic_id=4351)

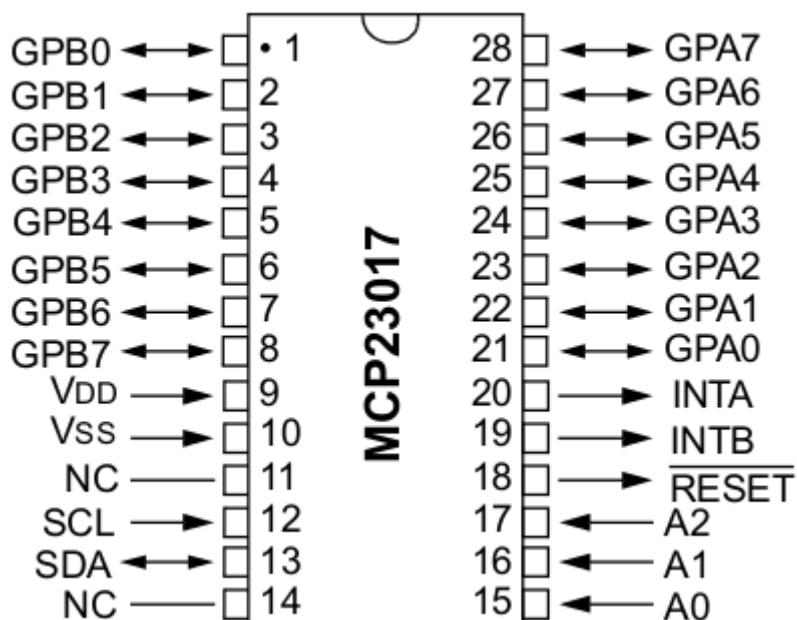
Port - Multiplexer

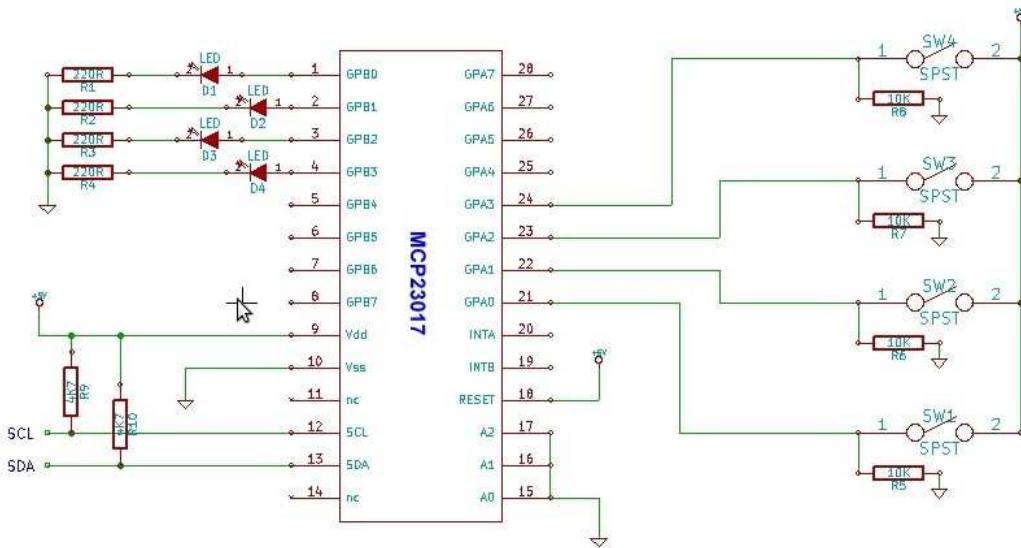
(I2C) MCP23017 : 16x I/O-Multiplexer



<https://www.adafruit.com/product/732>

Der Baustein arbeitet bereits ab 1,8 V Versorgungsspannung einwandfrei, was für den RasPi mit seinen 3.3V ideal ist,
außerdem unterstützt er Normal-, Fast- und High-speed I2C (100 kHz, 400 kHz, 1.7MHz).
Die Pins können bankweise (8er-Gruppen) in Output-oder Input-Modus gesetzt werden, im Input-Modus können wahlweise zusätzlich interne Pullups zugeschaltet werden (Tasten dann gegen Masse, d.h. LOW wenn gedrückt).
<http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/RasPi/Projekt-I2C-Expander/index.html>
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/mcp23017.pdf>





Programmier-Links:

<http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/RasPi/Projekt-I2C-Expander/index.html>

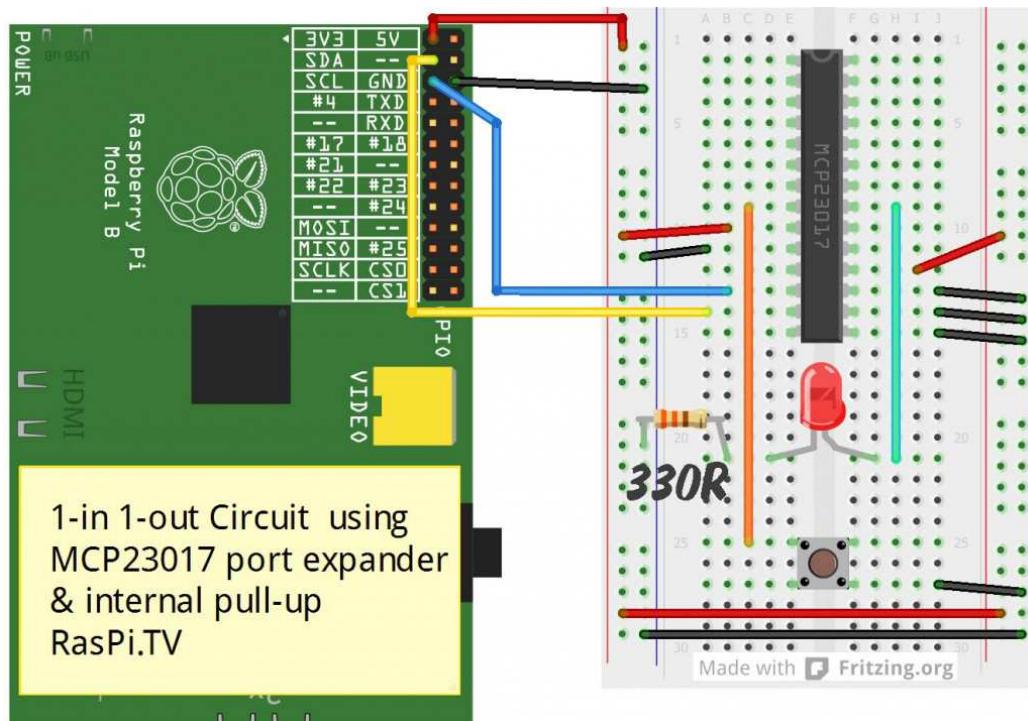
<http://wiringpi.com/examples/testing-wiringpi-v2/>

<http://wiringpi.com/extensions/I2C-mcp23008-mcp23017/>

<http://raspi.tv/2013/using-the-mcp23017-port-expander-with-wiringpi2-to-give-you-16-new-gpio-ports-part-3>

<http://hertaville.com/interfacing-an-I2C-gpio-expander-mcp23017-to-the-raspberry-pi-using-c.html>

https://github.com/ve3wwg/raspberry_pi/blob/master/mcp23017/mcp23017.c



a) wiringPi Basis-Funktionen (Teststadium):

```

uint8_t data;
#define MCP23017_0_addr 0x20 // I2C base addr: 0x20...0x27 by
A0-A2 low or high

// WiringPi I2C Setup: I2C-1, dev addr=0x20
int fmcp23017_0= wiringPiI2CSetupInterface("/dev/I2C-1",
MCP23017_0_addr);

// init banks for read or write:
// SET I/O direction register 0x00 is bank A ( bank B == 0x01)
// set bank pins A or B 0x00 = output mode , 0xFF = input mode +
internal pullups
wiringPiI2CWriteReg8 (fmcp23017_0, 0x00, 0x00); // bank A := init
as output (0x00)
wiringPiI2CWriteReg8 (fmcp23017_0, 0x01, 0xff); // bank B := init
as input_pullup (0xff)

// read data or write data to banks A or B:
// DATA register 0x12 = bank "A" ( bank "B" = 0x13)
wiringPiI2CWriteReg8 (fmcp23017_0, data, 0x12); // write data to
bank A register (0x12)
data = wiringPiI2CReadReg8 (fmcp23017_0, 0x13); // read bank B data
register (0x13)

```

b) Demo Code von Gordon Henderson:

<http://wiringpi.com/extensions/i2c-mcp23008-mcp23017/>

```

/*
 * q2w.c:
 *      Using the Quick 2 wire board for its mcp23017
 *
 * Copyright (c) 2012-2013 Gordon Henderson. <projects@drogon.net>
*/

#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>
#include <mcp23017.h>

int main (void)
{
int i, bit ;
wiringPiSetup () ;
mcp23017Setup (100, 0x20) ;

printf ("Raspberry Pi - MCP23017 Test\n") ;
for (i = 0 ; i < 10 ; ++i)
pinMode (100 + i, OUTPUT) ;
pinMode (100 + 15, INPUT) ;
pullUpDnControl (100 + 15, PUD_UP) ;

for (;;) {

```

```

        for (i = 0 ; i < 1024 ; ++i)
    {
        for (bit = 0 ; bit < 10 ; ++bit)
            digitalWrite (100 + bit, i & (1 << bit)) ;
        delay (5) ;
        while (digitalRead (100 + 15) == 0)
            delay (1) ;
    }
    return 0 ;
}

//-----

```

WiringPi driver code („stress test“) :
<http://wiringpi.com/examples/testing-wiringpi-v2/>

c) Code ohne wiringPi:

<http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/RasPi/Projekt-I2C-Expander/index.html>
expander.lib.h

```

//-----

#ifndef _EXPANDERLIB_H_
#define _EXPANDERLIB_H_

/* Richtungsregister von Port A und Port B */
#define IODIRA 0x00
#define IODIRB 0x01

/* Datenregister Port A und Port B */
#define GPIOA 0x12
#define GPIOB 0x13

/* Register um Logik-Polaritaet umzustellen */
#define IPOLA 0x02
#define IPOLB 0x03

/* Interne Pull-Up-Widerstaende einschalten */
#define GPPUA 0x0C
#define GPPUB 0x0D

/* Pins am Port */
#define P1 0x01
#define P2 0x02
#define P3 0x04
#define P4 0x08
#define P5 0x10
#define P6 0x20
#define P7 0x40
#define P8 0x80

```

```

/* Struktur fuer den Expander-Datentyp */
struct expander
{
    int address;          /* I2C-Bus-Adresse des Bausteines */ 
    int directionA;       /* Datenrichtung Port A */ 
    int directionB;       /* Datenrichtung Port B */ 
    char* I2CBus;         /* I2C-Device ("/dev/I2C-1" fuer Bus 1) */ 
};

/* Expander-Datentyp */
typedef struct expander mcp23017;

/* Init des Expanders; gibt den Expander zurueck
 * address: I2C-Busadresse des Bausteines (I2Cdetect -y 1)
 * directionA/B: Richtungen der Ports
 * I2CBus: Pfad zum I2CBus ("/dev/I2C-1" fuer Bus 1)
*/
mcp23017 init_mcp23017(int address, int directionA, int directionB, char* I2CBus);
/* Datenrichtung der Ports festlegen
 * richtungsregister: muss "IODIRA" oder "IODIRB" sein!
 * value: Zuordnung der Bits (Input: 1, Output: 0)
 * Bei den Eingangspins wird der Pullup-Widerstand eingeschaltet und die
Logik umgekehrt
*/
void setdir_mcp23017(mcp23017 expander, int richtungsregister, int value);
/* Oeffnet den Bus und gibt Filedescriptor zurueck
 * (write_mcp23017 und read_mcp23017 uebernehmen das selbst)
*/
int open_mcp23017(mcp23017 expander);
/* Schreibt in ein Register des Expanders
 * reg: Register in das geschrieben werden soll
 * value: Byte das geschrieben werden soll
*/
void write_mcp23017(mcp23017 expander, int reg, int value);
/* Liest Register des Expanders
 * reg: Register, das ausgelesen wird;
 * gibt ausgelesenen Registerwert zurueck
*/
int read_mcp23017(mcp23017 expander, int reg);
#endif /* EXPANDERLIB_H */

//-----

```

expander_lib.c

```

//-----
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <linux/I2C-dev.h>
```

```

#include <sys/ioctl.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>

#include "expander_lib.h"
/* defined in <linux/I2C-dev.h>
#define I2C_SLAVE 0x703 */

/* Init des Expanders; gibt den Expander zurück
 * address: I2C-Busadresse des Bausteines (I2Cdetect -y 1)
 * directionA/B: Richtungen der Ports
 * I2CBus: Pfad zum I2CBus ("/dev/I2C-1" für Bus 1)
 */
mcp23017 init_mcp23017(int address, int directionA, int directionB, char*
I2CBus)
{
    int fd;          /* Filehandle */
    mcp23017 expander; /* Rueckgabedaten */

    /* Structure mit Daten fuellen */
    expander.address = address;
    expander.directionA = directionA;
    expander.directionB = directionB;
    expander.I2CBus = I2CBus;

    // Port-Richtung (Eingabe/Ausgabe) setzen
    fd = open_mcp23017(expander);

    setdir_mcp23017(expander, IODIRA, expander.directionA);
    setdir_mcp23017(expander, IODIRB, expander.directionB);
    close(fd);
    return expander;
}

/* Datenrichtung der Ports festlegen
 * richtungsregister: muss "IODIRA" oder "IODIRB" sein!
 * value: Zuordnung der Bits (Input: 1, Output: 0)
 * Bei den Eingangspins wird der Pullup-Widerstand eingeschaltet und die
Logik umgekehrt
*/
void setdir_mcp23017(mcp23017 expander, int richtungsregister, int value)
{
    if(richtungsregister == IODIRA)
    {
        /* Datenrichtung schreiben */
        write_mcp23017(expander, IODIRA, value);
        /* Pull-Up-Widerstaende einschalten Port A */
        write_mcp23017(expander, GPPUA, value);
        /* Logik umkehren */
        write_mcp23017(expander, IPOLA, value);
    }
}

```

```

}

else if(richtungsregister == IODIRB)
{
/* Datenrichtung schreiben */
write_mcp23017(expander, IODIRB, value);
/* Pull-Up-Widerstaende einschalten Port B */
write_mcp23017(expander, GPPUB, value);
/*Logik umkehren */
    write_mcp23017(expander, IPOLB, value);
}
else
{
printf("Richtungsregister falsch!\n");
exit(1);
}
}

/* Oeffnet den Bus und gibt Filedescriptor zurueck
 * (write_mcp23017 und read_mcp23017 uebernehmen das selbst)
*/
int open_mcp23017(mcp23017 expander)
{
int fd;
if ((fd = open(expander.I2CBus, O_RDWR)) < 0)
{
printf("Failed to open the I2C bus\n");
exit(1);
}

/* Spezifizieren der Adresse des slave device */
if (ioctl(fd, I2C_SLAVE, expander.address) < 0)
{
printf("Failed to acquire bus access and/or talk to slave\n");
exit(1);
}
return fd;
}

/* Schreibt in ein Register des Expanders
 * reg: Register in das geschrieben werden soll
 * value: Byte das geschrieben werden soll
*/
void write_mcp23017(mcp23017 expander, int reg, int value)
{
int fd;
fd = open_mcp23017(expander);
if(I2C_smbus_write_byte_data(fd, reg, value) < 0)
{
}
}

```

```

printf("Failed to write to the I2C bus\n");
    exit(1);
}
close(fd);
}

/* Liest Register des Expanders
 * reg: Register, das ausgelesen wird;
 * gibt ausgelesenen Registerwert zurück
*/
int read_mcp23017(mcp23017 expander, int reg)
{
    int value,fd;
    fd = open_mcp23017(expander);
    if((value = I2C_smbus_read_byte_data(fd, reg)) < 0)
    {
        printf("Failed to read from the I2C bus\n");
        close(fd);
        exit(1);
        return 0;
    }
    else
    {
        close(fd);
        return value;
    }
}

//-----

```

Beispiel: Lauflicht

```

//-----

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

#include "expander_lib.h"
int main(int argc, char *argv[])
{
    mcp23017 expander; /* Verwaltungs-Structure */
    int data = 0x01;    /* Ausgabewert */
    int down = 0;        /* Richtungsangabe */

    expander = init_mcp23017(0x20,0,0,"/dev/I2C-1");
    while(1)
    {
        /* beide Ports identisch "bedienen" */

```

```
write_mcp23017(expander,GPIOA,data);
    write_mcp23017(expander,GPIOB,data);

if (data == 0x80) /* ganz links - umdrehen */
down = 1;
if (data == 0x01) /* ganz rechts - umdrehen */
down = 0;
if (down)
data = data >> 1;
else
data = data << 1;
usleep(100000); /* 100 ms Pause */
}

return 0;
}

//-----
```

(SPI) MCP23S17 : 16x I/O-Multiplexer

für den MCP23017 gibt es auch diese SPI Ausführung, per WiringPi ähnlich simpel zu programmieren wie die I2C Variante

<http://wiringpi.com/extensions/spi-mcp23s08-mcp23s17/>

In mcp23s17Setup(), there are 3 parameters: pinBase, spiPort and devId.

The pinBase is the new pin number of the first pin of the device - any number ≥ 64 that you like.

The spiPort is the CE line - 0 or 1

The devId is the device sub-address 0 through 7.

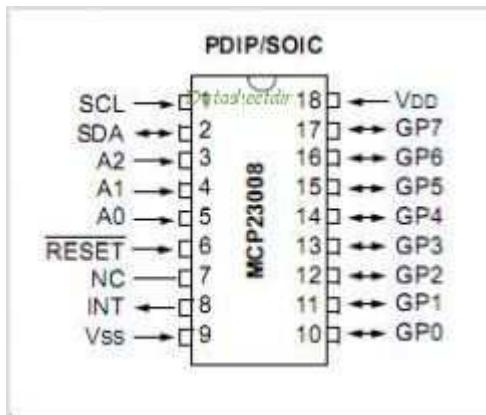
So if you have 2 mcp23s17's on the same SPI bus, then you initialise the first one with

`mcp23s17Setup (base1, 0, 0);`

and the second with

`mcp23s17Setup (base2, 1, 0);`

(I2C) MCP23008 : 8x I/O Multiplexer



a) mit wiring Pi:

s. <http://wiringpi.com/extensions/I2C-mcp23008-mcp23017/>

Zitat Gordon Henderson

<https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=33&t=54366&p=1234104&sid=21346a6cb02bf0b70e078a168cb061a#p1234104>

:

If this work at the command-line level:

gpio -xmcp3004:777:0 aread 777

then this will work in code:

```
mcp3004Setup (777, 0) ;
value = analogRead (777 + 0) ; // Reads channel 0
value2 = analogRead (777+7) ; // Reads channel 7
```

b) per I2C-dev.h, ohne wiringPi:

Schema zum Lesen von x Bytes vom Register y eines I2C Gerätes.

- 1) 1 Byte schreiben mit dem Wert y an das Gerät (file handle).
- 2) Lesen von x Bytes vom Gerät.

// -----

```
int fd = open("/dev/I2C-1", O_RDWR);
int result = ioctl(fd, I2C_SLAVE, ADDR); // I2C_SLAVE: macro in I2C-dev.h; ADDR =
device address
unsigned char buffer[x]; // x = buffer size
buf[0] = regaddr;
```

```

write(fd, buf, 1);
c = read(fd, buf, x);
if (c == x)
{
    /* good read */
}
//-----

```

für MCP23008 read 2 bytes (input registers):
 write 1 Byte 0x09 to device (data address)
 read 2 bytes (from data-address 0x09)

should get a value of 0xF0 with no inputs
 Code:

```

//-----
#include <linux/I2C-dev.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <stdint.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>

#define     ADDR      0x20

#define     IODIR     0x00
#define     GPINTEN   0x02
#define     DEFVAL    0x03
#define     INTCON    0x04
#define     IOCON     0x05
#define     GPPU      0x06
#define     INTCAP    0x08
#define     GPIOA     0x09

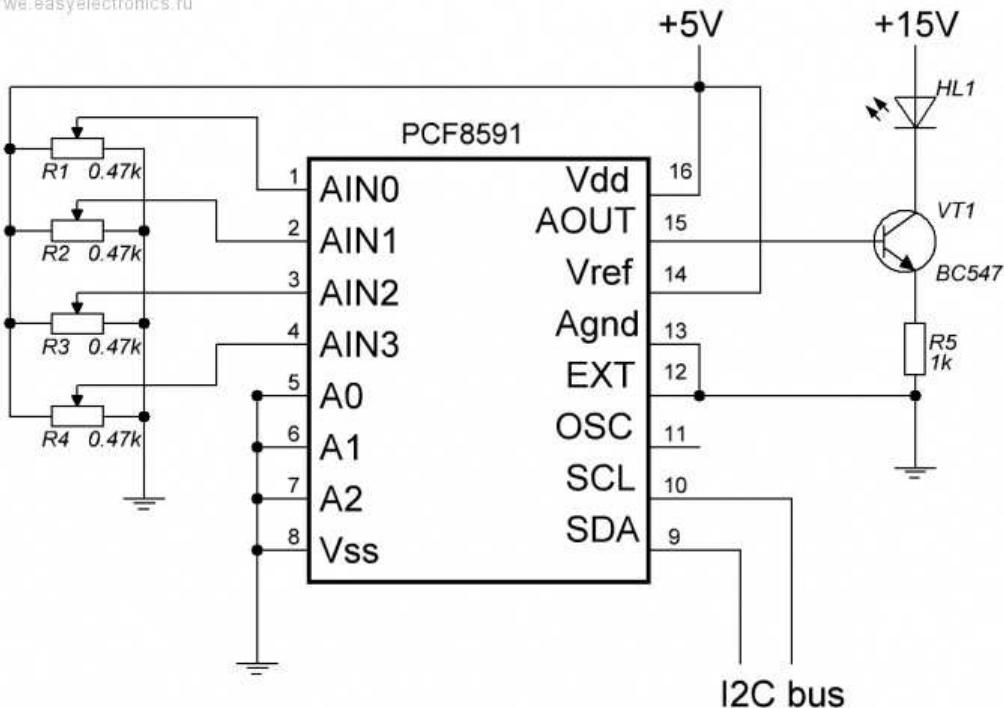
#define a(...) (unsigned char[])__VA_ARGS__
int i, fd, result;
unsigned char buffer[60]={0};
unsigned char data;

int MCPinit(){
    printf("start\n"); fd = open("/dev/I2C-1", O_RDWR);
    if (fd < 0) fprintf(stderr, " Error Opening Device!\n"); result = ioctl(fd, I2C_SLAVE, ADDR);
    if (result < 0) fprintf(stderr, " Error bus access!\n");
    write(fd, a({GPIOA,0xF0}), 2);
    write(fd, a({IODIR,0xF0}), 2);
    write(fd, a({INTCON,0xF0}), 2);
    write(fd, a({DEFVAL,0xF0}), 2);
    write(fd, a({GPINTEN,0xF0}), 2);
}
```

```
    write(fd, a({GPPU, 0xF0}), 2);  
}  
  
int main(){  
    MCPinit();  
    while(1){  
        buffer[0] = 0x09;  
        write(fd, buffer, 1);  
        result = read(fd, buffer, 2);  
        if (result == 2){  
            printf("Data read: %d %d \n", buffer[0], buffer[1]);  
        }  
    }  
  
    return 0;  
}  
//-----
```

(I2C) PCF8591: 4x ADC + 1x DAC

for we.easylelectronics.ru



http://we.easylelectronics.ru/AVR/easy_i2c-avr-asm-praktikum-pcf8591-ds1307.html

Resolution: 10 bit

Der IC arbeitet bei 2,5-6,0V, ist also auch für ARM cpus geeignet; max Bustakt ist 100kHz.

<https://www.mikrocontroller.net/part/PCF8591>

driver source code:

Potentiometer als analoge Inputs steuern LED Helligkeit (analoger output) simultan:

<http://wiringpi.com/examples/quick2wire-and-wiringpi/the-analog-interface-board/>

Code: [Alles auswählen](#)

```
//-----
/*
 * bright.c:
 *      Vary the Q2W LED brightness with the analog card
 *
 * Copyright (c) 2012-2013 Gordon Henderson. <projects@drogon.net>
 * ****
 */
#include <stdio.h>
#include <wiringPi.h>
#include <pcf8591.h>

#define LED          1
#define Q2W_ABASE   120

int main (void)
```

```
{  
    int value ;  
  
    // Enable the on-board GPIO  
    wiringPiSetup () ;  
  
    // Add in the pcf8591 on the Q2W board  
    pcf8591Setup (Q2W_ABASE, 0x48) ;  
    printf ("Raspberry Pi - Quick2Wire Analog Test\n") ;  
  
    // Setup the LED  
    pinMode (LED, PWM_OUTPUT) ;  
    pwmWrite (LED, 0) ;  
    for (;;) {  
        value = analogRead (Q2W_ABASE + 0) ;  
        pwmWrite (LED, value * 4) ;  
        delay (5) ;  
    }  
    return 0 ;  
}  
  
//-----
```

(SPI) MCP3008 : 8x ADC

```
#include <wiringPi.h>
#include <mcp3004.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

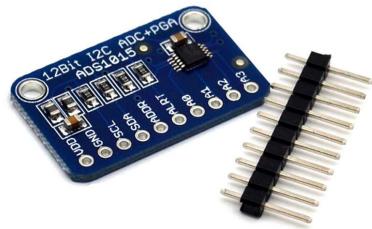
#define SPI_CHAN 0
#define MY_PIN 12345

int main(void)
{
int x[8],i;
float v[8];
float k = 3.3/1024;

wiringPiSetup() ;
mcp3004Setup (MY_PIN, SPI_CHAN); // 3004 and 3008 are the same 4/8 channels
for (i=0;i<8;i++)
{
x = analogRead (MY_PIN + i) ;
v = k * (float)(x);
}
printf("AD ch: = %4d %4d %4d %4d %4d %4d %4d %4d \n",
x[0],x[1],x[2],x[3],x[4],x[5],x[6],x[7]);
printf("AD vd: = %2.2f %2.2f %2.2f %2.2f %2.2f %2.2f %2.2f %2.2f\n",
v[0],v[1],v[2],v[3],v[4],v[5],v[6],v[7]);
return 0;
}

+-----+-----+-----+-----+-----+Pi 3-----+-----+-----+
| BCM | wPi | Name | MCP | V | Physical | V | MCP | Name | wPi | BCM |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 10 | 12 | MOSI | 11 | 0 | 19 || 20 | | | 0v | | | |
| 9 | 13 | MISO | 12 | 0 | 21 || 22 | 1 | | GPIO. 6 | 6 | 25 |
| 11 | 14 | SCLK | 13 | 0 | 23 || 24 | 1 | 10 | CE0 | 10 | 8 |
+-----+-----+-----+-----+Pi 3-----+-----+-----+-----+
```

(I2C) ADS1115 4xADC 16-bit



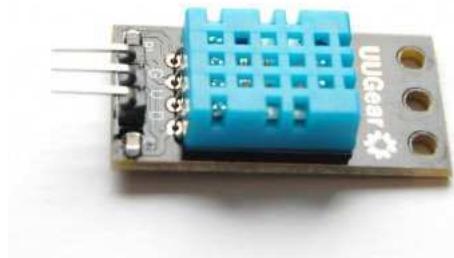
Preis: ca. 3 EUR (Ebay)

driver in wiringPi:

```
#include <ads1115.h>
#define MY_BASE 200 // BASE frei wählbar für versch. i2c Geräte
...
ads1115Setup (MY_BASE, 0x48) ;
int ch0 = analogRead (MY_BASE + 0) ;
int ch3 = analogRead (MY_BASE + 3) ;
// and so on
```

weitere Sensoren

(1-wire) DHT11 Humidity & Temperature Sensor Module:



Lit.: <http://www.uugear.com/portfolio/dht11-h ... or-module/>

Preis: ab 1 EUR (z.B. Ebay)

Power Supply : 3.3~5.5V DC

Output : 4 pin single row

Measurement Range : Humidity 20-90%RH, Temperature 0~50°C

Accuracy : Humidity +-5%RH, Temperature +-2°C

Resolution : Humidity 1%RH, Temperature 1°C

Interchangeability : Fully Interchange

Anschluss-Schema:

Raspberry Pi ————— DHT11 Module

3.3v P1 ————— VCC (V)

GND P6 ————— GND (G)

GPIO4 P7 ————— DATA (S)

Test-Code (nach <http://www.uugear.com/portfolio/dht11-h ... or-module/>)

Code: <http://www.mindstormsforum.de/viewtopic.php?f=78&t=8689&start=45>

```
//-----
/*
 *  dht11.c:
 *      Simple test program to test the wiringPi functions
 *      DHT11 test
 */
#include <wiringPi.h>

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdint.h>
#define MAXTIMINGS    85
#define DHTPIN        7
int dht11_dat[5] = { 0, 0, 0, 0, 0 };

void read_dht11_dat()
{
    uint8_t laststate = HIGH;
```

```

uint8_t counter      = 0;
uint8_t j           = 0, i;
float   f; /* fahrenheit */

dht11_dat[0] = dht11_dat[1] = dht11_dat[2] = dht11_dat[3] = dht11_dat[4] = 0;

/* pull pin down for 18 milliseconds */
pinMode( DHTPIN, OUTPUT );
digitalWrite( DHTPIN, LOW );
delay( 18 );
/* then pull it up for 40 microseconds */
digitalWrite( DHTPIN, HIGH );
delayMicroseconds( 40 );
/* prepare to read the pin */
pinMode( DHTPIN, INPUT );

/* detect change and read data */
for ( i = 0; i < MAXTIMINGS; i++ )
{
    counter = 0;
    while ( digitalRead( DHTPIN ) == laststate )
    {
        counter++;
        delayMicroseconds( 1 );
        if ( counter == 255 )
        {
            break;
        }
    }
    laststate = digitalRead( DHTPIN );

    if ( counter == 255 )
        break;

    /* ignore first 3 transitions */
    if ( (i >= 4) && (i % 2 == 0) )
    {
        /* shove each bit into the storage bytes */
        dht11_dat[j / 8] <= 1;
        if ( counter > 16 )
            dht11_dat[j / 8] |= 1;
        j++;
    }
}

/*
 * check we read 40 bits (8bit x 5 ) + verify checksum in the last byte
 * print it out if data is good
 */
if ( (j >= 40) &&
    (dht11_dat[4] == ( (dht11_dat[0] + dht11_dat[1] + dht11_dat[2] +
dht11_dat[3]) & 0xFF) ) )
{
    f = dht11_dat[2] * 9. / 5. + 32;
    printf( "Humidity = %d.%d %% Temperature = %d.%d *C (%.1f *F)\n",
           dht11_dat[0], dht11_dat[1], dht11_dat[2], dht11_dat[3], f );
} else {
    printf( "Data not good, skip\n" );
}
}

int main( void )
{

```

```
printf( "Raspberry Pi wiringPi DHT11 Temperature test program\n" );

if ( wiringPiSetup() == -1 )
    exit( 1 );

while ( 1 )
{
    read_dht11_dat();
    delay( 1000 ); /* wait 1sec to refresh */
}

return(0);
}

//-----
```

Multithreading / Multitasking (C/C++, POSIX pthread)

a) Links:

[A] pthread

<http://wiringpi.com/reference/priority-interrupts-and-threads/>

http://pc2.uni-paderborn.de/fileadmin/pc2/media/staffweb/Jens_Simon/Courses/WS08_AP/ParalleleProgrammierung.pdf

<http://www.ijon.de/comp/tutorials/threads/index.html>

<http://www.ijon.de/comp/tutorials/threads/synchro.html>

<http://randu.org/tutorials/threads/>

[B] wiringPi simplified Posix threads interface

<http://wiringpi.com/reference/priority-interrupts-and-threads/>

b) prinzipielle Benutzung von pthread

```
//-----
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <pthread.h>
//...

void* thread1Name(void * ) {
while(1) { // or while another statement is true
///... (code/loop)
    usleep(100000); // adjust loop speed
}
    return NULL;
}

void* thread2Name(void * ) {
while(1) { // or while another statement is true
///... (code/loop)
    usleep(10000); // adjust loop speed
}
    return NULL;
}

void* thread3Name(void * ) {
while(1) { // or while another statement is true
///... (code/loop)
    usleep(1000); // adjust loop speed
}
    return NULL;
}
```

```

}

int main() {
//create the threads
    pthread_t    thread1ID,    thread2ID,    thread3ID;

pthread_create(&thread1ID, NULL, thread1Name, NULL);
pthread_create(&thread2ID, NULL, thread2Name, NULL);
pthread_create(&thread3ID, NULL, thread3Name, NULL);
//wait for threads to join before exit
pthread_join(thread1ID, NULL);
pthread_join(thread2ID, NULL);
pthread_join(thread3ID, NULL);

    return 0;
}

// compile/build with -pthread
//-----

```

c) Code example für pthread

```

//-----
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
#include <wiringPi.h>

typedef struct      {
    int start;
    int end;
    int step;
}data;

int isPrime(long int number)      {
    long int i;
    for(i=2; i<number; i++)
    {
        if(number % i == 0)
        {
            //not a prime
            return 0;
        }
    }
    return number;
}

int calcPrimes(int start, int stop, int step)      {
    int c=0;
    long int s;
    for(s=start; s<=stop; s+=step)
    {
        if (isPrime(s) > 0)  {  c++;  }
    }
    return c;
}

```

```

void* thread0Name(void *)      {
    int c;
    c=calcPrimes(3, 100000, 8); //stepping 8 numbers for 4 cores
    printf("thread1 found %d primes.\n",c);
    return NULL;
}

void* thread1Name(void *)      {
    int c;
    c=calcPrimes(5, 100000, 8); //starting thread 2 at the next odd
                                //number jumping 8 spaces for 4 cores
    printf("thread2 found %d primes.\n",c);
    return NULL;
}

void* thread2Name(void *)      {
    int c;
    c=calcPrimes(7, 100000, 8); //starting thread 2 at the next odd
                                //number and jumping 8 spaces
    printf("thread3 found %d primes.\n",c);
    return NULL;
}

void* thread3Name(void *)      {
    int c;
    c=calcPrimes(9, 100000, 8); // think you get it.
    printf("thread4 found %d primes.\n",c);
    return NULL;
}

int main()      {
    unsigned long timerms;

    printf("Calculate Prime Numbers\n");
    printf("=====\\n\\n");

    timerms=millis();
    //create the threads
    pthread_t thread0ID;
    pthread_create(&thread0ID, NULL, thread0Name, NULL);
    pthread_t thread1ID;
    pthread_create(&thread1ID, NULL, thread1Name, NULL);
    pthread_t thread2ID;
    pthread_create(&thread2ID, NULL, thread2Name, NULL);
    pthread_t thread3ID;
    pthread_create(&thread3ID, NULL, thread3Name, NULL);

    //wait for threads to join before exiting
    pthread_join(thread0ID, NULL);
    pthread_join(thread1ID, NULL);
    pthread_join(thread2ID, NULL);
    pthread_join(thread3ID, NULL);

    timerms=millis()-timerms;
    printf("runtime= %ld", timerms);

    return 0;
}
//-----

```

compilieren mit den oben genannten Geany-Settings für Compile und Build

d) ergänzende hilfreiche Befehle

Thread - Rückgabewerte:

statt NULL kann man auch eigene Rückgabewerte von Threads an die aufrufende Funktion beim Verlassen zurückliefern.

Will man dazu einen int-Wert verwenden, würde die Thread-Funktion z.B. so aussehen können:

```
void* threadName2(void * ) {
    int RETVAL = 0;

    // hier steht der Code für den Thread

    return (void*)RETVAL; // variabler Rückgabewert
}
```

die retvals kann man dann anschließend in pthread_join() abfragen und auswerten:

```
void *retval0, *retval1, *retval2;

pthread_join( threadID0,   &retval0 );
pthread_join( threadID1,   &retval1 );
pthread_join( threadID2,   &retval2 );

// DEBUG
printf("\nretval0 = %d \n", (int)retval0);
printf("\nretval1 = %d \n", (int)retval1);
printf("\nretval2 = %d \n", (int)retval2);
```

Thread- Priorität:

<http://man7.org/linux/man-pages/man7/sched.7.html>

rurwin hat geschrieben: SCHED_FIFO allows the task to run as long as it wants to unless a higher priority task wants to run, even if there are other tasks with the same priority. SCHED_RR only allows it to run for a certain period before being preempted by task with the same priority. Most of the processes running under Linux use SCHED_OTHER, which allows the task to be preempted by lower priority tasks in order to allow every task at least some time to run.

```
struct sched_param param;
param.sched_priority = 50;
pthread_setschedparam(thread1ID, SCHED_RR, &param);
// altern.: SCHED_FIFO
```

weitere Links zu pthread_setschedprio: <http://pubs.opengroup.org/onlinepubs/00...dprio.html>

Mutexe (aus wiringPi lib) :

<http://wiringpi.com/reference/priority-interrupts-and-threads/>

```
piLock (int keyNum) ;
piUnlock (int keyNum) ;
```

Zitat Gordon Henderson:

“These allow you to synchronise variable updates from your main program to any threads running in your program. keyNum is a number from 0 to 3 and represents a “key”. When another process tries to lock the same key, it will be stalled until the first process has unlocked the same key.”

Mutexe (aus original POSIX pthread lib) :

```
pthread_mutex_t mutexBP;           // arbitrary mutex variable
pthread_mutex_init (&mutexBP, NULL); // init a mutex
pthread_mutex_lock (&mutexBP);     // lock the following operations
pthread_mutex_unlock (&mutexBP);   // release the mutex to write/read
                                   // by different threads
```

Thread vorzeitig abbrechen:

```
int pthread_cancel(pthread_t threadID);
```

Dieser Befehl schickt (nur) eine Art "Abbruch-Anfrage" an den anderen Thread, keinen zwangsweise sofortigen Kill-Befehl; wann dieser andere Thread darauf reagiert, kann nicht vorrausgesagt werden.

Will man dort im anderen Thread (gerade bei langen Kalkulationen etc.) "bevorzugte Abbruchstellen" oder quasi "Sollbruchstellen" definieren, kann man es dort mithilfe des Befehles pthread_testcancel()

bewerkstelligen.

Im Falle eines Abbruchs durch pthread_cancel() wird der dortige Thread mit dem Exit-Code PTHREAD_CANCELED verlassen, der einen Pointer auf eine Variable setzt, und die als int gecastet dem Wert -1 entspricht (siehe pthread Exit-Codes wie oben unter "Thread - Rückgabewerte:" erklärt), d.h. nach

```
void *retval1;

pthread_cancel(threadID1);
pthread_join( threadID1, &retval1 );

// DEBUG
printf("\nretval1 = %d \n", (int)retval1);
```

gibt dann der print-Befehl für (int)retval1 den Wert -1 aus.

SD-Card und USB-Laufwerke: (C/C++) Dateien schreiben und lesen

Da das Filesystem von Linux bereits gemounted ist, kann man direkt die stdio.h Befehle verwenden (fopen(), fclose(), fwrite(), fprintf(), fgetc(), fscanf(),..) mit den entsprechenden Dateinamen inkl. SD- bzw. HD-Dateipfaden:

```
//-----
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <string.h>

int main ()
{
    FILE * fp;
    char myFilename[100];
    int c;

    strcpy(myFilename, "/home/pi/mytextfield.txt");

    printf("\n\n open file and write string, then close file: \n\n");
    uint8_t text[] = "Mary had a little lamb";

    fp = fopen( myFilename , "w" );
    fwrite(text, sizeof(uint8_t), sizeof(text), fp );
    fclose(fp);

    printf("\n\n open file, read, output to stdout, then close file: \n\n");
    fp = fopen( myFilename, "r" );

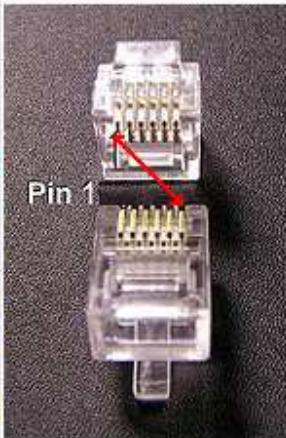
    if (fp) {
        do {
            c = fgetc( fp );
            if( c != EOF ) putchar( (char)c );
        } while (c != EOF);
        fclose(fp);
    }

    return(0);
}
//-----
```

Lego Sensoren anschließen (Baustelle):

**Pin-Belegung für die Verwendung von Lego Mindstorms RJ11-Steckern:
Encoder auf pins 5+6 (gelb + blau)**

Pin	Name	Function	Color	Pin Numbering
1	ANA	Analog interface, +9V Supply	white	
2	GND	Ground	black	
3	GND	Ground	red	
4	IPOWERA	+4.3V Supply	green	
5	DIGIAI0	I ² C Clock (SCL), RS-485 A	yellow	
6	DIGIAI1	I ² C Data (SDA), RS-485 B	blue	



Lego Berührungs-/ Touch Sensor (ADC):



Lit: s.a. <http://www.dexterindustries.com/howto/1...pberry-pi/>

pins 2+3 verbinden, dann --> 1kOhm --> GND
pin 4 --> +3,3V
pin 1 --> GPIO (z.B. GPIO pin BCM_18)

kurzes Testprogramm in Python:

```
# -----
import time
import RPi.GPIO as GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)

button = 18

GPIO.setup(button, GPIO.IN, GPIO.PUD_UP)

while True:
    button_state = GPIO.input(button)
```

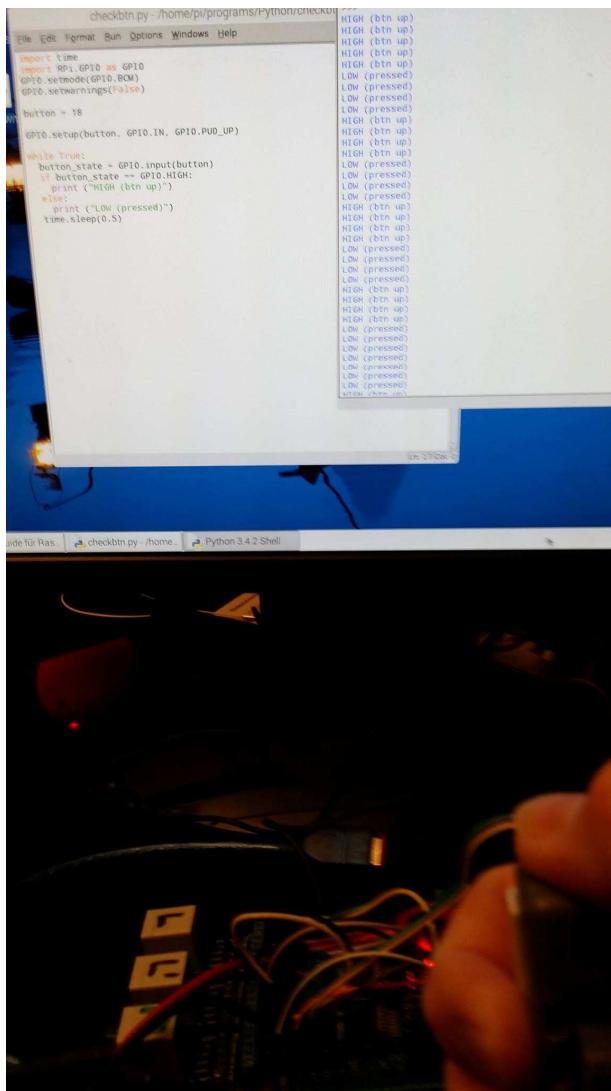
```

if button_state == GPIO.HIGH:
    print ("HIGH")
else:
    print ("LOW")
time.sleep(0.5)

# -----

```

Bei gedücktem Touch-Btn zeigt das Programm "LOW", ansonsten "HIGH". Funktioniert nicht mit EV3 Touch Sensoren!



Lego Licht / Light Sensor (ADC):

Der Raspi hat keinen Analog-Eingang (ADC), daher Anschluss über das Arduino Muxer board oder einen PCF8591! (s.u.!)

Lego-Sensoren am Arduino Multiplexer-Board:

Lego Berührungs-/ Touch Sensor (ADC):



Code für Arduino siehe: viewtopic.php?f=70&t=8624#p67346

Verkabelung:

pins 2+3 verbinden, dann --> 1kOhm --> GND

pin 4 --> +3,3V

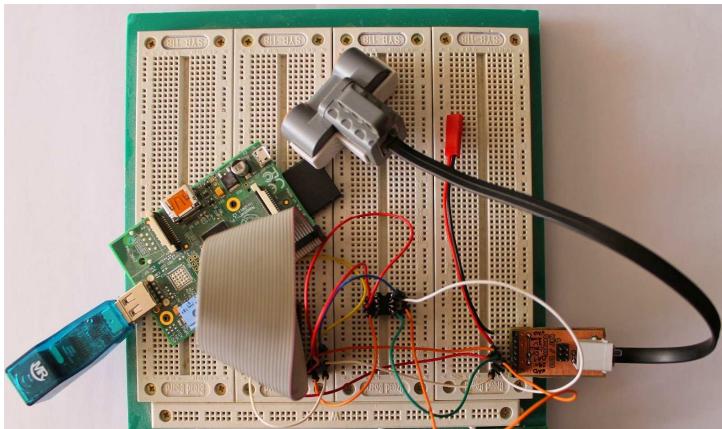
pin 1 --> digitaler Arduino-PIN

Lego Licht / Light Sensor (ADC):



Code für Arduino siehe / refer to: viewtopic.php?f=78&t=8491&start=15#p67546

Lego Ultraschall / Ultrasonic Sensor (I2C):



http://stefanshacks.blogspot.de/2015/03 ... xt_84.html

(per modifiziertem I2C Protokoll, ist auch an Raspi nutzbar, wenn dieser per UART mit dem Arduino verbunden ist.

<http://www.thecompblog.com/2012/08/hack ... art-3.html>

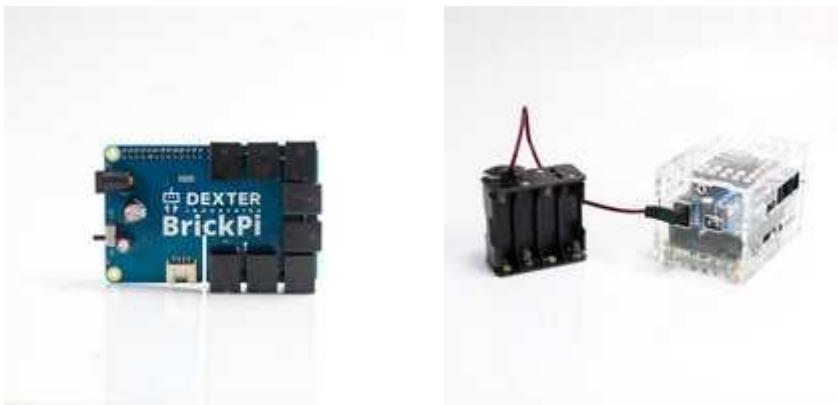
<http://blog.tkjelectronics.dk/2011/10/nxt-shield-ver2/>

<http://blog.tkjelectronics.dk/wp-conten ... otocol.pdf>

s.a. [viewtopic.php?f=78&t=8491&start=15#p67546](http://www.espaceforum.com/viewtopic.php?f=78&t=8491&start=15#p67546))

BrickPi3 Shield

auf meine Anfrage hin hat Dexter Industries für deren BrickPi3 jetzt auch begonnen, die ersten C/C++ API libs zur Verfügung zu stellen und außerdem auch die Firmware der BrickPi3 Shields zu überarbeiten, sodass sie jetzt "stackable = stapelbar" sind, d.h., man kann mehrere davon aufeinanderstecken und hat dann ein Vielfaches der jew. IOs.



Man kann je Shield je 4 Lego-Sensoren (NXT, EV3) und 4 Lego-Motoren anschließen, z.B. die NXT Ultraschall- und die EV3 IR-Sensoren, sie lassen sich mit einfacher C/C++ Syntax programmieren (nicht ganz so einfach wie NXC, aber annähernd), und wenn man Geany als IDE direkt auf dem Raspi verwendet, muss man sich auch nicht mit ssh und puTTY oder mit Crosscompilern wie Eclipse rumschlagen:

Einfach HDMI Bildschirm an den Pi anschließen (5", 7", 10", 15", 24", was man grade halt da hat, ggf. auch Touchscreens, es skaliert sich automatisch) und eine Maus und ein keyboard (auch wireless), und man kann sofort loslegen.

BrickPi3 ist per SPI über die GPIO Steckerleiste mit dem Pi verbunden, ist stapelbar (ich meine mich zu erinnern: mindestens 8 Stück) und man hat so ohne weiteres 32 Lego-Sensoren und 32 Lego-Motoren zum Ansteuern (ggf sogar mehr), und das mit 1 einzigen Raspi.

Außerdem hat jedes Shield je 1 Grove Stecker für I2C-Sensoren, von denen man über 100 Stück einfach zusätzlich aneinanderhängen kann (wie bei I2C üblich).

Daneben sind die Raspi I2C- und UART ports und die meisten normalen digitalen GPIOs unbenutzt und weiter frei verfügbar, und man kann also jede Menge Raspi-Standard-Sensoren (Taster, Multiplexer, I2C-Sensoren etc.pp.) wie bei einem ganz normalen Raspi zusätzlich weiter verwenden, es können sogar noch weitere Bus-Ports wie 1-Wire, USB, und sogar der versteckte I2C-0 Bus genutzt werden.

Für Python-Fans etc. sind Raspi und BrickPi3 Shields außer mit C übrigens auch per Python, Scratch u.v.m. programmierbar.

Kurzer Einblick in die BrickPi3 C++ API

Hier sind die ersten Links:

<https://github.com/DexterInd/BrickPi3/tree/master/Software/C/Examples>

ein Beispiel, um die Shield IDs auszulesen und zu initialisieren (Stand 15.4.2017):
<https://github.com/DexterInd/BrickPi3/blob/master/Software/C/Examples/info.c>

```
/*
 *  https://www.dexterindustries.com/BrickPi/
 *  https://github.com/DexterInd/BrickPi3
 *
 *  Copyright (c) 2017 Dexter Industries
 *  Released under the MIT license (http://choosealicense.com/licenses/mit/).
 *  For more information, see
 *  https://github.com/DexterInd/BrickPi3/blob/master/LICENSE.md
 *
 *  This code is an example for reading BrickPi3 information
 *
 *  Results: Print information about the attached BrickPi3.
 *
 *  Example compile command:
 *  g++ -o program "info.c"
 *  Example run command:
 *  sudo ./program
 */

#include "BrickPi3.cpp" // for BrickPi3
#include <stdio.h>      // for printf

BrickPi3 BP; // Create a BrickPi3 instance with the default address of 1

//BrickPi3 BP_7(7); // Create a BrickPi3 instance with address 7

int main(){

// set BrickPi3 with any id to the default address of 1
//BrickPi3_set_address(1, "");

// set BrickPi3 with id 192A0F96514D4D5438202020FF080C23 to address 7
//BrickPi3_set_address(7, "192A0F96514D4D5438202020FF080C23");

    BP.detect(); // Make sure that the BrickPi3 is communicating and that the firmware is
    compatible with the drivers.

    char string[33]; // Room for the 32-character serial number string plus the NULL
    terminator.

    BP.get_manufacturer(string);
    printf("Manufacturer : %s\n", string);

    BP.get_board(string);
    printf("Board : %s\n", string);

    BP.get_id(string);
    printf("Serial Number : %s\n", string);

    BP.get_version_hardware(string);
    printf("Hardware version: %s\n", string);

    BP.get_version_firmware(string);
    printf("Firmware version: %s\n", string);
}
```

```
printf("Battery voltage : %.3f\n", BP.get_voltage_battery());
printf("9v voltage      : %.3f\n", BP.get_voltage_9v());
printf("5v voltage      : %.3f\n", BP.get_voltage_5v());
printf("3.3v voltage    : %.3f\n", BP.get_voltage_3v3());
}
```

Weitere Beispiele im oben verlinkten Github "Examples" Ordner

Inhalt des BrickPi3 Basis Kits:

(Bezugsquelle: Generation Robots, Frankreich, ca. 130 EUR inkl. Versand;
<https://www.generationrobots.com/de/402...&results=7>

momentan noch keine anderen Händler für Deutschland gefunden!)



(allerdings keine Beschreibung dabei!)

BrickPi3 Aufbau-Anleitung:

<https://www.dexterindustries.com/BrickPi3/get-started/>
<https://www.dexterindustries.com/BrickPi3/get-started/basics/>

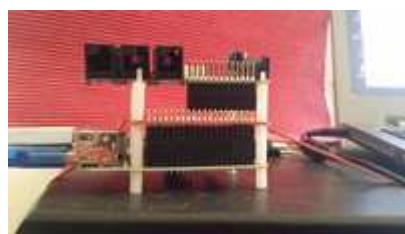
Montieren auf Standard-RaspberryPi- Abstandhalter: leider nicht möglich !

Entgegen Aussage von Dexter Ind. ist es nicht möglich, die BrickPi3 Shields mit 4 normalen Abstandshaltern zu befestigen -

es sind nur 2 Löcher für die Befestigung vorhanden, keine 4 wie eigentlich erforderlich, denn die restlichen 2, die nötig wären, sind mit Lego-Plugs verbaut.

17mm wie angegeben gingen eh nicht, weil der stacking header vom BrickPi3 Shield nur 14mm hoch ist, aber das ist natürlich nur das allerkleinste Problem: Das Problem ist, dass keine 4 Befestigungsbolzen möglich sind. sondern nur 2, dadurch wird die Montage extrem wackelig, speziell bei mehreren aufeinandergesteckten Shields oder HATs:

Zum anderen hat der BrickPi3 nur 26 Pins (wie der alte Raspi B), nicht 40 wie der neuere B+ und 2+3. Oben drauf lassen sich demnach überhaupt keine 40er HATs mehr draufsetzen....



Allgemeine Links für Anfänger

(nicht spezifisch für C Programmierer):

<https://www.dexterindustries.com/BrickPi3/get-started/>

Assemble The Case

The SD Card

Powering Up

Using the Raspberry Pi

Controlling the BrickPi

Attaching LEGO

Programming Your Robot

Installation von Raspbian:

Anm.:

BrickPi3 läuft mit den Standard-Raspbian SD Cards, wie sie z.B. automatisch von NOOBS erstellt und installiert werden.

Ich empfehle 16GB oder 32GB SD cards, möglichst hohe Datenübertragungsrate.

NOOBS-Link zur Installation:

<https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/>

Wichtig:

Nach jeder Neu-Installation und vor jeder neuen Zusatzinstallation immer obligatorisch erst einmal:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
#dann
sudo reboot now
#dann
sudo apt-get autoremove
```

Installation der BrickPi3-Driver, C++ API Files und der Code Examples:

[https://github.com/DexterInd/BrickPi3/b ... /README.md](https://github.com/DexterInd/BrickPi3/blob/master/README.md)

alt:

Clone this repository onto the Raspberry Pi:

```
sudo git clone http://www.github.com/DexterInd/BrickPi3.git
/home/pi/Dexter/BrickPi3
# altern., matt's fork, experimental:
sudo git clone http://www.github.com/mattallen37/BrickPi3.git
/home/pi/Dexter/BrickPi3
```

Run the install script:

```
sudo bash /home/pi/Dexter/BrickPi3/Install/install.sh
```

Reboot the Raspberry Pi to make the settings take effect:

```
sudo reboot
```

neuer:

For install, clone this repository onto the Raspberry Pi:

Code: [Alles auswählen](#)

```
sudo git clone http://www.github.com/DexterInd/BrickPi3.git
/home/pi/Dexter/BrickPi3
```

+ For update, pull the repository:

```
sudo git --work-tree=/home/pi/Dexter/BrickPi3 --git-
dir=/home/pi/Dexter/BrickPi3/.git pull
```

+ 2. Run the install script:

```
sudo bash /home/pi/Dexter/BrickPi3/Install/install.sh
```

ganz neu: <https://github.com/DexterInd/BrickPi3>

Quick Install

In order to quick install the BrickPi3 repository, open up a terminal and type the following command:

```
sudo curl -kL dexterindustries.com/update_brickpi3 | bash
```

The same command can be used for updating the BrickPi3 to the latest version.

matt hat geschrieben: When you install the BrickPi3 software, the C++ drivers and examples are included

(they get installed in the directory /home/pi/Dexter/BrickPi3/Software/C).

For compiling, see the example compile command in the C examples.

Verbindungstest (Hardware/Firmware/Driver):

Zum Verbindungstest kann dieses Python-Programm verwendet werden:

```
python3 /home/pi/Dexter/BrickPi3/Software/Python/Examples/Test_Connected.py
```

Achtung: Es gibt auch einen Fehler aus, wenn nur die Firmware Version zu alt ist, auch wenn sonst alles ok sein sollte.

Check / Update Firmware:

matt hat geschrieben: To check the firmware version, you can either run the python example "Read_Info.py" or you can compile and run the C program "info.c".

You can update the firmware as described here:

[https://github.com/DexterInd/BrickPi3/b ... /README.md](https://github.com/DexterInd/BrickPi3/blob/master/README.md)

```
python3 /home/pi/Dexter/BrickPi3/Software/Python/Examples/Read_Info.py
```

bei mir war es ver 1.0.1, verlangt wird 1.4.x, daher:

```
sudo bash /home/pi/Dexter/BrickPi3/Firmware/brickpi3samd_flash_firmware.sh
```

spätere Driver- und C++ Library-Updates:

neu:

```
sudo curl -kL dexterindustries.com/update_brickpi3 | bash
```

optional:

```
sudo rm -rf /home/pi/Dexter/BrickPi3
#dann wie oben
sudo git clone http://www.github.com/DexterInd/BrickPi3.git /home/pi/Dexter/BrickPi3
sudo bash /home/pi/Dexter/BrickPi3/Install/install.sh
sudo reboot
```

Trouble Shooting:

<https://www.dexterindustries.com/BrickPi3/>

Erster BrickPi3 Compile-/Build-Test mit Geany:

Anm.:

Geany ist automatisch bei Raspbian Jessie bereits mit installiert, ebenso der komplette C-Compiler gcc (g++)

Geany ist im GUI Desktop-Menü unter "Entwicklung" bereits als Shortcut hinterlegt (genau wie Python 2+3 und Scratch) und lässt sich von dort auch als zusätzlicher Shortcut auf dem Desktop ablegen.

Programm info.c in Geany geladen/geöffnet (Code siehe im TO Post)

**Geany Einstellungen (Preferences) für compile und build:
keine besonderen zusätzlichen Flags nötig!**

(aus Bequemlichkeitsgründen habe ich die Compile-Flags aus den Build-Flags übernommen, nur mit -c statt -o)

```
# Compile:  
g++ -Wall -c "%e" "%f"  
  
# Build:  
g++ -Wall -o "%e" "%f"  
  
# Make:  
make %e.o  
  
# Ausführen:  
sudo "./%e"
```

Ab jetzt kann man ganz bequem mit Funktionstasten als short-cuts arbeiten:

F8 (compile)

F9 (build)

F5 (run)

Tipp:

wie die meisten C/C++ Programmierer sicher wissen, kann man (eigene) .c, .cpp, .h, .hpp etc. files in den Raspi-Ordner

/usr/local/include/

kopieren, dadurch werden sie anschließend von gcc automatisch gefunden, wenn man sie mit #include einbindet.

Im Falle von BrickPi3 betrifft das ausschließlich 2 Files, nämlich

BrickPi3.cpp

und

BrickPi.h

Sie müssen dann danach also nicht mehr immer zusätzlich im aktuellen Arbeits-Directory vorhanden sein.

update: matt hat geschrieben: As of BrickPi3 PR #67 BrickPi3.h and BrickPi3.cpp are now installed to /usr/local/include.

BrickPi3 Motoren und Sensoren anschließen:

Anm.:

Nicht unbedingt für Sensoren, aber auf jeden Fall für Motoren wird eine externe Zusatz-Spannungsquelle benötigt (ca. 8-12V).

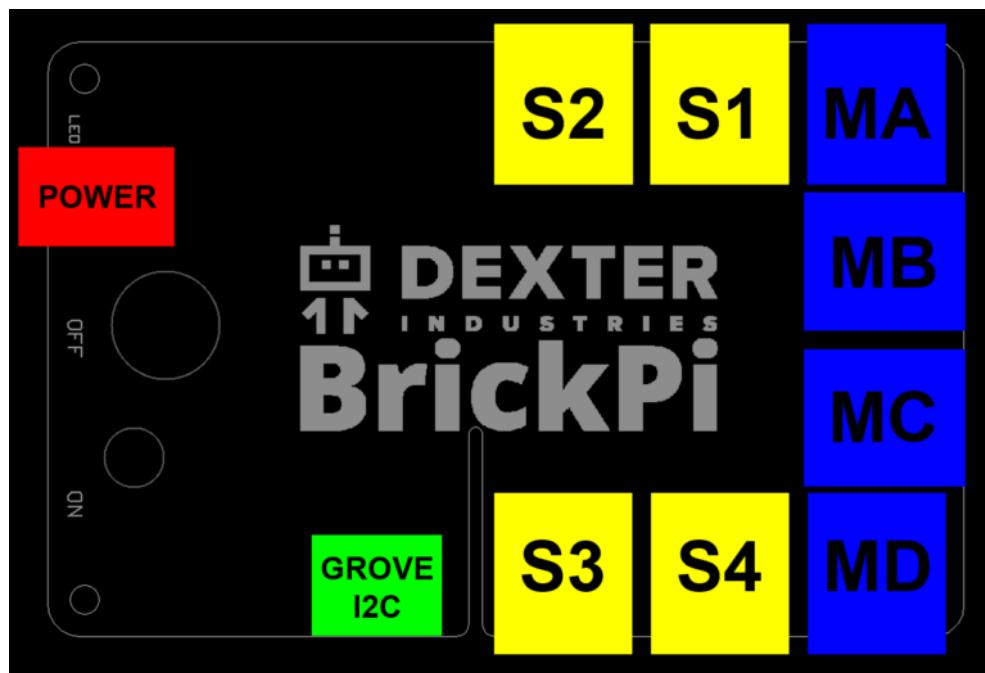
Zusätzlich den Spannungsschalter einschalten.

Jetzt wird auch der Raspi über die Zusatzspannungsquelle und den 5V GPIO-Header Pin versorgt.

Die gelbe Blink-LED auf dem BrickPi3 gibt Aufschluss über den Batteriestatus:

schnelles Blinken (4x/s.): zu schwach, 2x/s.: gerade halbwegs ausreichend, 1x/s.: sehr gut.

Zusätzlich gibt die rote Status-LED auf dem Raspi Aufschluss darüber, ob 5V anliegen (rot an: OK, rot aus: low voltage!)



Die Buchsen halte ich für etwas sehr seltsam angeordnet und ausgerichtet, abe das ist sicher auch teilw. Geschmackssache.

Definition der Sensor- und Motor-Ports:

Code: [Alles auswählen](#)

```
// Sensor ports
#define PORT_1 0x01
#define PORT_2 0x02
#define PORT_3 0x04
#define PORT_4 0x08

// Motor ports
#define PORT_A 0x01
#define PORT_B 0x02
#define PORT_C 0x04
#define PORT_D 0x08
```

BrickPi class (public):

Code: [Alles auswählen](#)

```
class BrickPi3{
public:
    // Default to address 1, but the BrickPi3 address could have been changed.
    BrickPi3(uint8_t addr = 1);

    // Confirm that the BrickPi3 is connected and up-to-date
    int      detect(bool critical = true);

    // Get the manufacturer (should be "Dexter Industries")
    int      get_manufacturer(char *str);
    // Get the board name (should be "BrickPi3")
    int      get_board(char *str);
    // Get the hardware version number
    int      get_version_hardware(char *str);
    // Get the firmware version number
    int      get_version_firmware(char *str);
    // Get the serial number ID that is unique to each BrickPi3
    int      get_id(char *str);

    // Control the LED
    int      set_led(uint8_t value);

    // Get the voltages of the four power rails
    int      get_voltage_3v3     (float &voltage);
    float   get_voltage_3v3     ();
    int      get_voltage_5v      (float &voltage);
    float   get_voltage_5v      ();
    int      get_voltage_9v      (float &voltage);
    float   get_voltage_9v      ();
    int      get_voltage_battery(float &voltage);
    float   get_voltage_battery();

    // Configure a sensor
    int      set_sensor_type(uint8_t port, uint8_t type, uint16_t flags = 0,
I2C_struct_t *I2C_struct = NULL);
    // Configure and trigger an I2C transaction
    int      transact_I2C(uint8_t port, I2C_struct_t *I2C_struct);
    // Get sensor value(s)
    int      get_sensor(uint8_t port, void *value);

    // Set the motor PWM power
    int      set_motor_power(uint8_t port, int8_t power);
    // Set the motor target position to run to
    int      set_motor_position(uint8_t port, int32_t position);
    // Set the motor speed in degrees per second. As of FW version 1.4.0, the
algorithm regulates the speed, but it is not accurate.
    int      set_motor_dps(uint8_t port, int16_t dps);
    // Set the motor limits. Only the power limit is implemented. Use the power
limit to limit the motor speed/torque.
    int      set_motor_limits(uint8_t port, uint8_t power, uint16_t dps);
    // Get the motor status. State, PWM power, encoder position, and speed (in
degrees per second)
    int      get_motor_status(uint8_t port, uint8_t &state, int8_t &power,
int32_t &position, int16_t &dps);
    // Offset the encoder position. By setting the offset to the current
position, it effectively resets the encoder value.
    int      offset_motor_encoder(uint8_t port, int32_t position);
    // Get the encoder position
```

```
int      get_motor_encoder(uint8_t port, int32_t &value);
int32_t get_motor_encoder(uint8_t port);

// Reset the sensors (unconfigure), motors (float with no limits), and LED
(return control to the firmware).
int      reset_all();

};
```

BrickPi3 Example: NXT Sensor Test Programm sensors_nxt.c

Anm.:

Analoge Sensorwerte sind 12-bit ADC, also 0-4095 (statt 10-bit ADC von 0-1023 wie bei Lego üblich).

Wenn man will, kann man sie durch 4 dividieren (oder >>2), dann hat man wieder den Genauigkeits-Bereich von Lego-Analog-Sensoren.

Code: [Alles auswählen](#)

```
/*
 *  https://www.dexterindustries.com/BrickPi/
 *  https://github.com/DexterInd/BrickPi3
 *
 *  Copyright (c) 2017 Dexter Industries
 *  Released under the MIT license (http://choosealicense.com/licenses/mit/).
 *  For more information, see
https://github.com/DexterInd/BrickPi3/blob/master/LICENSE.md
 *
 *  This code is an example for reading the encoders of motors connected to the BrickPi3.
 *
 *  Hardware: Connect NXT sensors to the sensor ports. Color sensor to PORT_1. Ultrasonic sensor to PORT_2. Light sensor to PORT_3. Touch sensor to PORT_4 (EV3 or NXT touch sensor).
 *
 *  Results: When you run this program, you should see the values for each sensor.
 *
 *  Example compile command:
 *      g++ -o program "sensors_nxt.c"
 *  Example run command:
 *      sudo ./program
 *
 */

#include "BrickPi3.cpp" // for BrickPi3
#include <stdio.h> // for printf
#include <unistd.h> // for usleep
#include <signal.h> // for catching exit signals

BrickPi3 BP;

void exit_signal_handler(int signo);

int main(){
    signal(SIGINT, exit_signal_handler); // register the exit function for Ctrl+C

    BP.detect(); // Make sure that the BrickPi3 is communicating and that the firmware is compatible with the drivers.

    int error;

    BP.set_sensor_type(PORT_1, SENSOR_TYPE_NXT_COLOR_FULL);
    BP.set_sensor_type(PORT_2, SENSOR_TYPE_NXT_ULTRASONIC);
    BP.set_sensor_type(PORT_3, SENSOR_TYPE_NXT_LIGHT_ON);
    BP.set_sensor_type(PORT_4, SENSOR_TYPE_TOUCH);

    sensor_color_t Color1;
    sensor_ultrasonic_t Ultrasonic2;
```

```

sensor_light_t      Light3;
sensor_touch_t     Touch4;

while(true) {
    error = 0;

    if(BP.get_sensor(PORT_1, &Color1)) {
        error++;
    }else{
        printf("Color sensor (S1): detected %d red %4d green %4d blue %4d ambient
%4d      ", Color1.color, Color1.reflected_red, Color1.reflected_green,
Color1.reflected_blue, Color1.ambient);
    }

    if(BP.get_sensor(PORT_2, &Ultrasonic2)) {
        error++;
    }else{
        printf("Ultrasonic sensor (S2): CM %5.1f Inches %5.1f      ", Ultrasonic2.cm,
Ultrasonic2.inch);
    }

    if(BP.get_sensor(PORT_3, &Light3)) {
        error++;
    }else{
        printf("Light sensor (S3): reflected %4d      ", Light3.reflected);
    }

    if(BP.get_sensor(PORT_4, &Touch4)) {
        error++;
    }else{
        printf("Touch sensor (S4): pressed %d      ", Touch4.pressed);
    }

    if(error == 4){
        printf("Waiting for sensors to be configured");
    }

    printf("\n");
    usleep(20000);
}

// Signal handler that will be called when Ctrl+C is pressed to stop the program
void exit_signal_handler(int signo){
    if(signo == SIGINT){
        BP.reset_all(); // Reset everything so there are no run-away motors
        exit(-2);
    }
}

```

BrickPi3 Example: Motor Test Programm motors.c:

Achtung:

Man muss darauf achten, dass die Zusatz-Batterien für die Motor-Treiber genügend Spannung liefern, sonst schaltet sie der BrickPi3 automatisch ab, mit SPI Fehler - und dann hilft nur ein Reboot mit frischen Batterien!

```
/*
 *  https://www.dexterindustries.com/BrickPi/
 *  https://github.com/DexterInd/BrickPi3
 *
 *  Copyright (c) 2017 Dexter Industries
 *  Released under the MIT license (http://choosealicense.com/licenses/mit/).
 *  For more information, see
https://github.com/DexterInd/BrickPi3/blob/master/LICENSE.md
 *
 *  This code is an example for reading the encoders of motors connected to the
BrickPi3.
 *
 *  Hardware: Connect EV3 or NXT motor(s) to any of the BrickPi3 motor ports.
 *
 *  Results: When you run this program, you should see the encoder value for
each motor. By manually rotating motor A, the other motor(s) will be controlled.
Motor B power will be controlled, Motor C speed will be controlled, and motor D
position will be controlled.
 *
 *  Example compile command:
 *      g++ -o program "motors.c"
 *  Example run command:
 *      sudo ./program
 */
#include "BrickPi3.cpp" // for BrickPi3
#include <stdio.h> // for printf
#include <unistd.h> // for usleep
#include <signal.h> // for catching exit signals

BrickPi3 BP;

void exit_signal_handler(int signo);

int main(){
    signal(SIGINT, exit_signal_handler); // register the exit function for Ctrl+C

    BP.detect(); // Make sure that the BrickPi3 is communicating and that the
firmware is compatible with the drivers.

    // Reset the encoders
    BP.offset_motor_encoder(PORT_A, BP.get_motor_encoder(PORT_A));
    BP.offset_motor_encoder(PORT_B, BP.get_motor_encoder(PORT_B));
    BP.offset_motor_encoder(PORT_C, BP.get_motor_encoder(PORT_C));
    BP.offset_motor_encoder(PORT_D, BP.get_motor_encoder(PORT_D));

    while(true){
        // Read the encoders
        int32_t EncoderA = BP.get_motor_encoder(PORT_A);
        int32_t EncoderB = BP.get_motor_encoder(PORT_B);
        int32_t EncoderC = BP.get_motor_encoder(PORT_C);
        int32_t EncoderD = BP.get_motor_encoder(PORT_D);

        // Print the values
        printf("Encoder A: %d\n", EncoderA);
        printf("Encoder B: %d\n", EncoderB);
        printf("Encoder C: %d\n", EncoderC);
        printf("Encoder D: %d\n", EncoderD);
    }
}
```

```

int32_t EncoderB = BP.get_motor_encoder(PORT_B);
int32_t EncoderC = BP.get_motor_encoder(PORT_C);
int32_t EncoderD = BP.get_motor_encoder(PORT_D);

// Use the encoder value from motor A to control motors B, C, and D
BP.set_motor_power(PORT_B, EncoderA < 100 ? EncoderA > -100 ? EncoderA : -100 : 100);
BP.set_motor_dps(PORT_C, EncoderA);
BP.set_motor_position(PORT_D, EncoderA);

// Display the encoder values
printf("Encoder A: %6d  B: %6d  C: %6d  D: %6d\n", EncoderA, EncoderB,
EncoderC, EncoderD);

// Delay for 20ms
usleep(20000);
}

}

// Signal handler that will be called when Ctrl+C is pressed to stop the program
void exit_signal_handler(int signo){
    if(signo == SIGINT){
        BP.reset_all();      // Reset everything so there are no run-away motors
        exit(-2);
    }
}

```

Update Motor API:

neue Funktionen für
reset Motor-Encoder
und
rotate relative Degrees
(s. github Repository, Link s. oben)

Update, was die Unterstützung für IO-Hardware am BrickPi angeht:

Dexter bietet ausschließlich Support für Original Lego Sensoren, Treiber-Anfragen zu 3rd Party Sensoren etc. werden kategorisch abgelehnt.

Muster für eine BrickPi3 Multithreading-Architektur

compile/build flags:

-pthread -lwiringPi

wiringPi Installation:

siehe [viewtopic.php?f=78&t=8689&start=15#p67924](http://www.raspberrypi.org/phpBB3/viewtopic.php?f=78&t=8689&start=15#p67924)

Code: [Alles auswählen](#)

```
#include <stdbool.h>      // boolean types and values
#include <stdio.h>          // files, keyboard IO (getchar())
#include <termio.h>         // low level XBD (termios, ioctl)
#include <unistd.h>          // POSIX/LINUX symbolic constants and types
#include <string.h>          // strings+arrays (memcpy())
#include <pthread.h>         // multithreading
#include <wiringPi>           // GPIOs, delay, millis

#include "BrickPi3.cpp" // for BrickPi3
#include <signal.h>        // for catching exit signals

//=====
// create BrickPi instance
//=====

BrickPi3 BP;

//=====
// Signal handler to be called when Ctrl+C is pressed
//=====

void exit_signal_handler(int signo){
    if(signo == SIGINT){
        MT_active = 0;      // signalize threads to terminate by themselves
        fprintf( stdout, "\naborted by [CTRL+C]\n" );           // optional
    }
}

//=====

// mimics conio.h kbhit()
//=====

bool kbhit(void)
{
    struct termios original;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &original);
    struct termios term;
    memcpy(&term, &original, sizeof(term));
    term.c_lflag &= ~ICANON;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
    int characters_buffered = 0;
    ioctl(STDIN_FILENO, FIONREAD, &characters_buffered);
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &original);
}
```

```

    bool pressed = (characters_buffered != 0);

    return pressed;
}

//=====
// single threads & MT thread control
//=====

pthread_mutex_t mutexBP;

volatile int MT_active=1, Ts1=0, Ts2=0, Ts3=0; // semaphores to control and
monitor MT

void* thread1Name(void *) {
    Ts1=1;      // indicate thread 1 was started

    while(MT_active) {
        //... (code/loop)
        delay(1);    // optional, arbitrarily
    }
    Ts1=0;      // indicate thread 1 was stopped
    fprintf( stdout, "\nthread 1 exit message\n" );           // optional
    return NULL;
}

void* thread2Name(void *) {
    Ts2=1;      // indicate thread 2 was started

    while(MT_active) {
        //... (code/loop)
        delay(10);   // optional, arbitrarily
    }
    Ts2=0;      // indicate thread 2 was stopped
    fprintf( stdout, "\nthread 2 exit message\n" );           // optional
    return NULL;
}

void* thread3Name(void *) {
    Ts3=1;      // indicate thread 3 was started

    while(MT_active) {
        //... (code/loop)
        delay(100);  // optional, arbitrarily
    }
    Ts3=0;      // indicate thread 3 was stopped
    fprintf( stdout, "\nthread 3 exit message\n" );           // optional
    return NULL;
}

//=====
// main()
//=====

int main() {

    signal(SIGINT, exit_signal_handler); // register the exit function for
Ctrl+C
    pthread_mutex_init (&mutexBP, NULL); // init a mutex for Brickpi access
}

```

```

//-----
// mutex handling: lock and unlock
//-----
pthread_mutex_lock (&mutexBP);           // lock the following variable
operations by the BrickPi mutex

// Make sure that the BrickPi3 is communicating and that the firmware is
compatible with the drivers:
BP.detect();
// Reset the encoders:
BP.offset_motor_encoder(PORT_A, BP.get_motor_encoder(PORT_A));
BP.offset_motor_encoder(PORT_B, BP.get_motor_encoder(PORT_B));
BP.offset_motor_encoder(PORT_C, BP.get_motor_encoder(PORT_C));
BP.offset_motor_encoder(PORT_D, BP.get_motor_encoder(PORT_D));

pthread_mutex_unlock (&mutexBP);           // release the mutex to write/read by
different threads

//-----
//create and start the pthread threads
//-----
pthread_t    tid1, tid2, tid3;    // thread IDs

pthread_create(&tid1, NULL, thread1Name, NULL);
pthread_create(&tid2, NULL, thread2Name, NULL);
pthread_create(&tid3, NULL, thread3Name, NULL);

delay(1);   // give the threads a chance to start

//-----
// keyboard handler: terminate by ESC key
//-----
while(MT_active) {
    if ( kbhit() ) {
        int key = getchar();
        if (key==27) {      // ESC == ASCII 27
            MT_active = 0;
            fprintf( stdout, "\naborted by [ESC]\n" );      // optional
            break();
        }
    }
    // optional: rest of a perpetual main() code
    // instead, put BP code into a proprietary thread
    delay(100);   // optional
}

//-----
// wait for threads to join before exiting
//-----
pthread_join(tid1, NULL);
pthread_join(tid2, NULL);
pthread_join(tid3, NULL);

//-----
// reset and then terminate
//-----

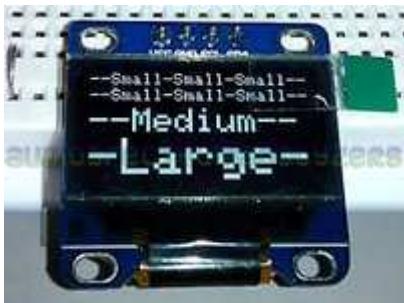
pthread_mutex_lock (&mutexBP); // not compellingly required here, just to
demonstrate mutexes
BP.reset_all();    // Reset everything so there are no run-away motors
pthread_mutex_unlock (&mutexBP);

```

```
    return 0;  
}
```

Displays

OLED 128x64 SSD1306, SH1106



I2C Bus speed: STANDARD + FAST-I2C (100-400kHz, getestet)

aktuelle Treiber-Version:

<http://hallard.me/adafruit-oled-display-driver-for-pi/>

https://github.com/hallard/ArduPi_OLED

https://github.com/jonesman/ArduPi_OLED // neue i2c Treiber ohne sudo

vgl.: https://github.com/hallard/ArduPi_OLED/issues/14#issuecomment-399179723

Anwendungsbeispiel:

<https://raspilab.blog/2015/03/31/meine-smartwatch-mit-i2c-ein-oled-display-ansteuern/>

Zur Verwendung mit Geany: zusätzlicher build-Parameter

Code: [Alles auswählen](#)

-lArduPi_OLED // lowercase "-L"

7 verschiedene OLED Typen werden unterstützt:

- 0 Adafruit SPI 128x32 SSD1306
- 1 Adafruit SPI 128x64 SSD1306
- 2 Adafruit I2C 128x32 SSD1306
- 3 Adafruit I2C 128x64 SSD1306
- 4 Seeed I2C 128x64 SSD1308
- 5 Seeed I2C 96x96 SSD1327
- 6 NoName I2C 128x64 SH1106

Den richtigen OLED Type muss man ausprobieren, bei mir funktioniert Type 6, d.h. also für den Konsole-Aufruf des Beispielprogramms in examples:

```
sudo ./oled_demo --verbose --oled 6
```

[**vereinfachter Start der demo mit festem I2C oled Type 6, ohne Command Line Parameter :**](#)

```
//-----
int main(int argc, char **argv)
{
```

```

int i;

// Oled supported display in ArduPi_SSD1306.h

// I2C change parameters to fit to your LCD
if ( !display.init(OLED_I2C_RESET, 6) )
    exit(EXIT_FAILURE);

display.begin();

// init done

//.... Code!

display.close();

}

//-----

```

einfacher Testcode, testweise zusammen mit wiringPi :

```

//-----/*
*
*
* OLED Display
* plus wringPi millis + delay
*
* http://hallard.me/adafruit-oled-display-driver-for-pi/
* https://github.com/hallard/ArduPi\_OLED
*
* ver 0001
*
*/

```

```

#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <stdlib.h>
#include <linux/I2C-dev.h>
#include <sys/ioctl.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

#include <stdbool.h>
#include <string.h>
#include <termio.h>

#include <wiringPi.h>
#include <wiringPiI2C.h>

#include <ArduPi_OLED_lib.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <ArduPi_OLED.h>

```

```

#define byte uint8_t

// Instantiate the OLED display
ArduPi_OLED oledtft;

void oled_cls() {
    oledtft.clearDisplay();
    oledtft.display();
}

void oled_printxy(int x, int y, char * str) {
    oledtft.setCursor(x,y);
    oledtft.print(str);
    oledtft.display();
}

// mimic conio.h kbhit
bool kbhit(void)
{
    struct termios original;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &original);

    struct termios term;
    memcpy(&term, &original, sizeof(term));
    term.c_lflag &= ~ICANON;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);

    int characters_buffered = 0;
    ioctl(STDIN_FILENO, FIONREAD, &characters_buffered);
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &original);
    bool pressed = (characters_buffered != 0);

    return pressed;
}

//=====================================================================

int main() {

    int check;
    char sbuf[100];
    uint32_t msec, millisav;

    // wiringPi
    setenv("WIRINGPI_GPIOMEM", "1", 1);           // no sudo for gpios required
    check = wiringPiSetup();                      // init by wiringPi pin numbering
    if( check == -1 ) return 1;

    // Oled supported display in ArduPi_SSD1306.h
    // change parameters to fit to your LCD
    if( !oledtft.init(OLED_I2C_RESET, 6) )
        exit(EXIT_FAILURE);
}

```

```

oledtft.begin();

// init done

oled_cls();

// test

oledtft.setTextSize(1);
oledtft.setTextColor(WHITE);
oledtft.setTextSize(1);
oledtft.setCursor(0, 0); oledtft.print(" 0 Hello, world!\n");
oledtft.setCursor(0, 8); oledtft.print(" 8 I2C OLED");
oledtft.setCursor(0,16); oledtft.print("16 128x64 addr 0x3c");
oledtft.setCursor(0,24); oledtft.print("24 8x21 char size=1");
oledtft.setCursor(0,32); oledtft.print("32 ");
oledtft.setCursor(0,40); oledtft.print("40 ");
oledtft.setCursor(0,48); oledtft.print("48 456789112345678921");
oledtft.setCursor(0,56); oledtft.print("56 ");
oledtft.display();
sleep(1);
oled_cls();

millisav=millis();
while(1) {
    msec = millis() - millisav;

    sprintf(sbuf, " millisec = %ld \n", msec);
    printf(sbuf);
    oledtft.setTextColor(WHITE, BLACK);
    oled_printxy( 0,16, sbuf);

    if (kbhit())
    {
        int c = getchar();
        if(c==27) break;
    }
    delay(500);
}

oled_cls();
oledtft.close();

return (0);
}

//-----

```

HaWe Brickbench-Test mit OLED:

sehr langsam (bei Fast-I2C mit 400kHz etwa halb so schnell wie große HDMI Screens), aber ansonsten brauchbar.

bench test ms	B+	2B	2B	.
cpu clock	800MHz	900MHz	900MHz	
Grafik:	openvg	openvg	openvg	
Screen:	HDMI 1060x600	OLED 128x64		
int_add	1	1	1	
int_mult	3	3	3	
float_op	13	1	1	
mersenne	2	1	1	
matrix	1	1	1	
arr_sort	88	46	30	
text	2630	2626	6036	
graph	13333	13333	27289	
gesamt ms:	16072	16012	33362	
Benchmark:	3111	3122	1498	

```
-----
// HaWe Brickbench
// benchmark test for NXT/EV3 and similar Micro Controllers
// PL: GCC, Raspi, Raspbian Linux
// Autor: (C) Helmut Wunder 2013,2014
// ported to Raspi by "HaWe"
//
// freie Verwendung für private Zwecke
// für kommerzielle Zwecke nur nach schriftlicher Genehmigung durch den Autor.
// protected under the friendly Creative Commons Attribution-NonCommercial-
ShareAlike 3.0 Unported License
// http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
// version 1.09.OLED.007 16.08.2015
// OLED 128x64 I2C-1 clock = 400000

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <sys/ioctl.h>

#include <stdint.h>
#include <time.h>
#include <sys/time.h>

#include <ArduPi_OLED_lib.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <ArduPi_OLED.h>
#include <getopt.h>
```

```

// Instantiate the display
ArduPi_OLED display;

unsigned long runtime[8];

int a[500], b[500], c[500], t[500];

uint32_t timer()
{
    struct timeval now;
    uint32_t ticks;
    gettimeofday(&now, NULL);
    ticks=now.tv_sec*1000+now.tv_usec/1000;
    return(ticks);
}

//-----
// Mersenne Twister
//-----

unsigned long randM(void) {
    const int M = 7;
    const unsigned long A[2] = { 0, 0x8ebfd028 };

    static unsigned long y[25];
    static int index = 25+1;

    if (index >= 25) {
        int k;
        if (index > 25) {
            unsigned long r = 9, s = 3402;
            for (k=0 ; k<25 ; ++k) {
                r = 509845221 * r + 3;
                s *= s + 1;
                y[k] = s + (r >> 10);
            }
        }
        for (k=0 ; k<25-M ; ++k)
            y[k] = y[k+M] ^ (y[k] >> 1) ^ A[y[k] & 1];
        for (; k<25 ; ++k)
            y[k] = y[k+(M-25)] ^ (y[k] >> 1) ^ A[y[k] & 1];
        index = 0;
    }

    unsigned long e = y[index++];
    e ^= (e << 7) & 0x2b5b2500;
    e ^= (e << 15) & 0xdb8b0000;
    e ^= (e >> 16);
    return e;
}

//-----
// Matrix Algebra
//-----

// matrix * matrix multiplication (matrix product)

void MatrixMatrixMult(int N, int M, int K, double *A, double *B, double *C) {
    int i, j, s;
}

```

```

for (i = 0; i < N; ++i) {
    for (j = 0; j < K; ++j) {
        C[i*K+j] = 0;
        for (s = 0; s < M; ++s) {
            C[i*K+j] = C[i*K+j] + A[i*N+s] * B[s*M+j];
        }
    }
}
}

// matrix determinant

double MatrixDet(int N, double A[]) {
    int i, j, i_count, j_count, count = 0;
    double Asub[N - 1][N - 1], det = 0;

    if (N == 1)
        return *A;
    if (N == 2)
        return ((*A) * (* (A+1+1*N)) - (* (A+1*N)) * (* (A+1)));
    for (count = 0; count < N; count++) {
        i_count = 0;
        for (i = 1; i < N; i++) {
            j_count = 0;
            for (j = 0; j < N; j++) {
                if (j == count)
                    continue;
                Asub[i_count][j_count] = *(A+i+j*N);
                j_count++;
            }
            i_count++;
        }
        det += pow(-1, count) * A[0+count*N] * MatrixDet(N - 1, &Asub[0][0]);
    }
    return det;
}

//-----
// shell sort
//-----

void shellsort(int size, int* A)
{
    int i, j, increment;
    int temp;
    increment = size / 2;

    while (increment > 0) {
        for (i = increment; i < size; i++) {
            j = i;
            temp = A;
            while ((j >= increment) && (A[j-increment] > temp)) {
                A[j] = A[j - increment];
                j = j - increment;
            }
            A[j] = temp;
        }
    }
}

```

```

if (increment == 2)
    increment = 1;
else
    increment = (unsigned int) (increment / 2.2);
}
}

//-----
// gnu quick sort
// (Optional)
//-----

int compare_int (const int *a, const int *b)
{
    int temp = *a - *b;

    if (temp > 0)          return 1;
    else if (temp < 0)      return -1;
    else                     return 0;
}

// gnu qsort:
// void qsort (void *a , size_a count, size_a size, compare_function)
// gnu qsort call for a[500] array of int:
// qsort (a , 500, sizeof(a), compare_int)

//-----
// benchmark test procedures
//-----

int test_Int_Add() {
    int i=1, j=11, k=112, l=1111, m=11111, n=-1, o=-11, p=-111, q=-1112, r=-1111;
    int x;
    volatile long s=0;
    for(x=0;x<10000;++x) {
        s+=i; s+=j; s+=k; s+=l; s+=m; s+=n; s+=o; s+=p; s+=q; s+=r;
    }
    return s;
}

long test_Int_Mult() {
    int x,y;
    volatile long s;

    for(y=0;y<2000;++y) {
        s=1;
        for(x=1;x<=13;++x) { s*=x; }
        for(x=13;x>0;--x) { s/=x; }

    }
    return s;
}

#define PI M_PI

```



```

// for array copy using void *memcpy(void *dest, const void *src, size_t n);

long test_Sort(){
    unsigned long s;
    int y;
    int t[500];

    for(y=0;y<30;++y) {
        memcpy(t, a, sizeof(a));
        shellsort(500, t);

        memcpy(t, a, sizeof(b));
        shellsort(500, t);

        memcpy(t, a, sizeof(c));
        shellsort(500, t);
    }

    return y;
}

long test_TextOut(){

    int y=77;
    char buf[120];
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);

    for(y=0;y<20;++y) {
        display.clearDisplay();

        sprintf (buf, "%3d %4d int_Add", 0, 1000); display.setCursor(6, 0);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d int_Mult", 1, 1010); display.setCursor(6, 8);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d float_op", 2, 1020); display.setCursor(6,16);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d randomize", 3, 1030); display.setCursor(6,24);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d matrx_algb", 4, 1040); display.setCursor(6,32);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d arr_sort", 5, 1050); display.setCursor(6,40);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d displ_txt", 6, 1060); display.setCursor(6,48);
        display.printf(buf); display.display();
        sprintf (buf, "%3d %4d testing...", 7, 1070); display.setCursor(6,56);
        display.printf(buf); display.display();
    }

    return y;
}

long test_graphics(){
    int y=0;

```

```

for(y=0;y<100;++y) {

    display.clearDisplay();

    display.drawCircle(50, 40, 10, WHITE); // circles
    display.display();

    display.fillCircle(30, 24, 10, WHITE);
    display.display();

    display.drawLine(10, 10, 60, 60, WHITE); // just 2 intersecting lines
    display.display();
    display.drawLine(50, 20, 97, 63, WHITE);
    display.display();

    display.drawRect(20, 20, 40, 40, WHITE); // rectangles
    display.display();

    display.fillRect(65, 25, 20, 30, WHITE);
    display.display();

    display.drawCircle(70, 30, 20, WHITE); // no ellipse
    display.display();
}

return y;
}

inline void displayValues() {

char buf[120];

sprintf (buf, "%3d %7ld int_Add", 0, runtime[0]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld int_Mult", 1, runtime[1]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld float_op", 2, runtime[2]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld randomize", 3, runtime[3]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld matrx_algb", 4, runtime[4]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld arr_sort", 5, runtime[5]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld displ_txt", 6, runtime[6]); printf(buf);
printf("\n");
sprintf (buf, "%3d %7ld graphics", 7, runtime[7]); printf(buf);
printf("\n");

}

int main(){

unsigned long time0, x, y;
float s;
char buf[120];

char str[3];

```

```

int i;

// Oled supported display in ArduPi_SSD1306.h

// I2C change parameters to fit to your LCD
if ( !display.init(OLED_I2C_RESET, 6) )
    exit(EXIT_FAILURE);

display.begin();

printf("hw brickbench"); printf("\n");
printf("initializing..."); printf("\n");

for(y=0;y<500;++y) {
    a[y]=randM()%30000; b[y]=randM()%30000; c[y]=randM()%30000;
}

time0= timer();
s=test_Int_Add();
runtime[0]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld int_Add", 0, runtime[0]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_Int_Mult();
runtime[1]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld int_Mult", 0, runtime[1]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_float_math();
runtime[2]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld float_op", 0, runtime[2]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_rand_MT();
runtime[3]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld randomize", 0, runtime[3]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_matrix_math();
runtime[4]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld matrx_algB", 0, runtime[4]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_Sort();
runtime[5]=timer()-time0;
sprintf (buf, "%3d %7ld arr_sort", 0, runtime[5]); printf(buf);
printf("\n");

time0=timer();
s=test_TextOut();
runtime[6]=timer()-time0;

time0=timer();
s=test_graphics();
runtime[7]=timer()-time0;

```

```
y=0;
for(x=0;x<8;++x) {y+= runtime[x];}
printf("\n");
printf("\n");

displayValues();

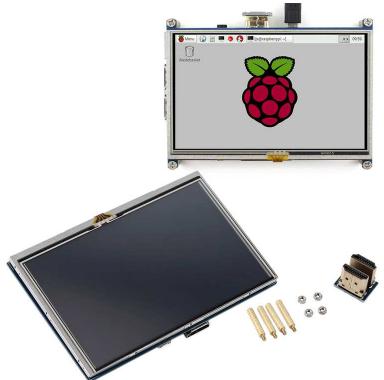
sprintf (buf, "gesamt ms: %ld ", y);           printf(buf); printf("\n");
sprintf (buf, "benchmark: %ld ", 50000000/y ); printf(buf); printf("\n");

fgets(str, 2, stdin);                         // look at the pic, end with [RETURN]

exit(0);
}

//-----
```

Display HDMI 5" / 7" 800x480 und 1024x600



Patch, damit 800x480 bzw. 1024x600 angezeigt wird statt 640x480 :

If the screen can't display in the middle, Do not worry, it is not a hardware problem.
This belongs to the Raspberry software system Setting problems, according to the following operation instruction set the resolution, can solve the problem.

Step1: Open the "config.txt"

```
sudo nano /boot/config.txt
```

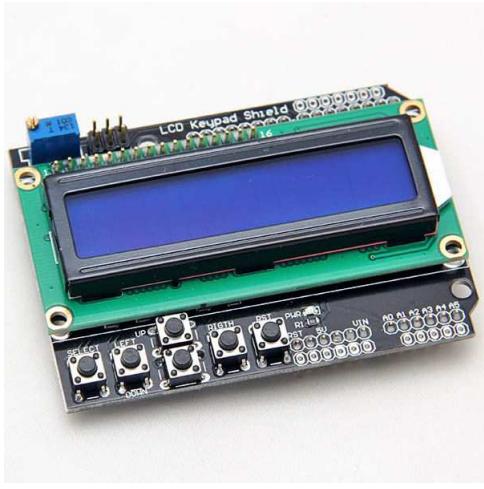
Step2: Modified parameters as the following:

```
# uncomment if hdmi display is not detected and composite is being output
hdmi_force_hotplug=1
```

```
# uncomment to force a specific HDMI mode (here we are forcing 800x480!)
```

```
hdmi_cvt=800 480 60 6 ## hdmi_cvt=1024 600 60 6
framebuffer_width=800 ## 1024
framebuffer_height=480 ## 600
hdmi_group=2
hdmi_mode=1
hdmi_mode=87
# uncomment optionally
# start_file=start_x.elf
# fixup_file=fixup_x.elf
# uncomment optionally
# gpu_mem=128
```

LCD 16x2 Keypad Shield **(Baustelle)**



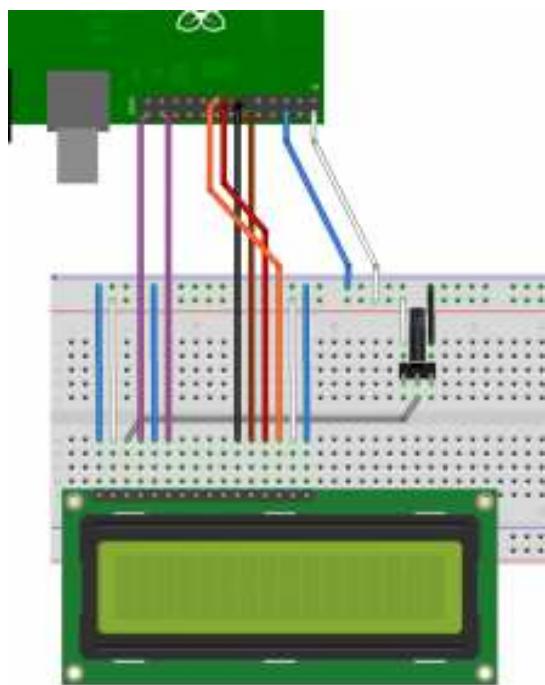
Anleitungen z.B. :

<https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/d-library/>
<http://wiringpi.com/examples/adafruit-rpi-camera-wiringpi/>

Tutorial von Sunfounder (mit IC PCF8574):

<https://www.sunfounder.com/learn/lesson-30-i2c-lcd1602-sensor-kit-v2-0-for-b-plus.html>

Verkabelungs-Schema:



Original: <https://projects.dragon.net/wp-content/...> 5x1024.png

```

Beispiel-Code (ungetestet):
// LCD1602 test program acc. to wiringPi website
// https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/lcd-library/
// code taken from external website
// not tested

#include <wiringPi.h>          // WiringPi headers
#include <lcd.h>                // LCD headers from WiringPi
#include <stdio.h>              // Needed for the printf function below

int main()
{
    int flcd;                  //Handle for LCD
    wiringPiSetup();            // Initialise WiringPi, Pin numbers are the WiringPi pin
numbers

    // In the above Fritzing diagrams, the 4-bit one would be initialised by:
    flcd = lcdInit (2, 16, 4, 11,10 , 0,1,2,3,0,0,0,0) ;

    lcdPosition(flcd,0,0);      //Pos. cursor on the 1st line in the 1st column
    lcdPuts(flcd, "Hello World!"); //Print the text at the current cursor position
    lcdPosition(flcd,0,1);       //Pos. cursor on the 2nd line in the 1st column
    lcdPuts(flcd, "LCD1602 keypad"); //Print the text at the current cursor position
    getchar();                  //Wait for key press
    lcdClear(flcd);            //Clear the display

    return 0;
}

```

LCD I2C 20x4

z.B. SainSmart I2C/I2C/TWI Serial 2004 Character 20x4



<https://www.amazon.de/SainSmart-Charact...B007XRHBKA>

Beispiel-Code (ungetestet) :

```
#include <wiringPi.h>           //WiringPi headers
#include <lcd.h>                 //LCD headers from WiringPi
#include <stdio.h>                //Needed for the printf function below
#include <pcf8574.h>
#define AF_BASE    100
#define AF_RS     AF_BASE
#define AF_RW     (AF_BASE + 1)
#define AF_E      (AF_BASE + 2)
#define AF_BL     (AF_BASE + 3)
#define AF_DB4    (AF_BASE + 4)
#define AF_DB5    (AF_BASE + 5)
#define AF_DB6    (AF_BASE + 6)
#define AF_DB7    (AF_BASE + 7)

int main()
{
    int flcd;                  //Handle for LCD
    wiringPiSetup();           // Initialise WiringPi, Pin numbers are the
WiringPi pin numbers
    pcf8574Setup(AF_BASE, 0x27);
    flcd = lcdInit(4, 20, 4, AF_RS, AF_E, AF_DB4, AF_DB5, AF_DB6, AF_DB7, 0, 0, 0, 0);

    lcdPosition(flcd, 0, 0);        //Position cursor on the first line in the
first column (0,0)
    lcdPuts(flcd, "Hello World!"); //Print the text on the LCD at the current
cursor position
    lcdPosition(flcd, 0, 1);        //Position cursor on the second line in
the first column (0,1)
    lcdPuts(flcd, "LCD1602 keypad"); //Print the text on the LCD at the current
cursor position
    lcdPosition(flcd, 0, 2);        //Position cursor on the 3rd line in the
first column (0,2)
    lcdPuts(flcd, "3rd line");
    lcdPosition(flcd, 0, 3);        //Position cursor on the 4th line in the
first column (0,3)
```

```

lcdPuts(flcd, "4th line");

getchar();                                //Wait for key press
lcdClear(flcd);                           //Clear the display

return 0;

```

Nativer Code:

```

/*
 * lcd.c:
 *      Simple program to send a string to the LCD
 *
https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=33&t=93613&sid=3d66049c784af04183fc1bd603f0ebb2
 */

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <wiringPi.h>

#define LCD_E 23
#define LCD_RS 22
#define LCD_D4 24
#define LCD_D5 25
#define LCD_D6 8
#define LCD_D7 7

void pulseEnable ()
{
    digitalWrite (LCD_E, HIGH) ;
    delay(0.5); // 1/2 microsecond pause - enable pulse must be > 450ns
    digitalWrite (LCD_E, LOW) ;
}

/*
 send a byte to the lcd in two nibbles
 before calling use SetChrMode or SetCmdMode to determine whether to send
 character or command
*/
void lcd_byte(char bits)
{
    digitalWrite (LCD_D4,(bits & 0x10)) ;
    digitalWrite (LCD_D5,(bits & 0x20)) ;
    digitalWrite (LCD_D6,(bits & 0x40)) ;
    digitalWrite (LCD_D7,(bits & 0x80)) ;
    pulseEnable();

    digitalWrite (LCD_D4,(bits & 0x1)) ;
    digitalWrite (LCD_D5,(bits & 0x2)) ;
    digitalWrite (LCD_D6,(bits & 0x4)) ;
    digitalWrite (LCD_D7,(bits & 0x8)) ;
    pulseEnable();
}
*
void SetCmdMode ()
{
    digitalWrite (LCD_RS, 0); // set for commands
}

void SetChrMode ()
{

```

```

digitalWrite (LCD_RS, 1); // set for characters
}

void lcd_text(char *s)
{
    while(*s)
        lcd_byte(*s++);
}

void lcd_init()
{
    wiringPiSetupGpio () ; // use BCM numbering
    // set up pi pins for output
    pinMode (LCD_E, OUTPUT);
    pinMode (LCD_RS, OUTPUT);
    pinMode (LCD_D4, OUTPUT);
    pinMode (LCD_D5, OUTPUT);
    pinMode (LCD_D6, OUTPUT);
    pinMode (LCD_D7, OUTPUT);

    // initialise LCD
    SetCmdMode(); // set for commands
    lcd_byte(0x33); // full init
    lcd_byte(0x32); // 4 bit mode
    lcd_byte(0x28); // 2 line mode
    lcd_byte(0x0C); // display on, cursor off, blink off
    lcd_byte(0x01); // clear screen
    delay(3); // clear screen is slow!
}

int main (int argc, char *argv [])
{
    lcd_init();

    SetChrMode();
    if (argc>1)
        lcd_text(argv[1]);
    else
        lcd_text("hello world!");

    return 0 ;
}

```

sinnvolle C/C++ Zusatzfunktionen und Tipps (optional, aus verschiedenen Foren zusammengetragen)

Verwendung der C11 Datentypen int8_t, int16_t usw...:

notwendig ist dafür das #include

```
#include <stdint.h>
Datentypen-Liste s. hier: http://www.raspberry-projects.com/pi/programming-in-c/memory/variables
```

wmctrl - Terminal-Window mit veränderlicher Position und Größe:

wmctrl installieren:

```
sudo apt install wmctrl
```

Nun kann man im C-Programm die Fensterposition und -Größe per system call aufrufen:

```
// LXTerminal window at pos 200,200, size 800x640
system("wmctrl -r LXTerminal -e 0,200,200,800,640"); // no blanks between
numbers!
```

signal.h : catch key strokes (ctrl+C u. a.):

```
#include <signal.h>
void signal_handler(int signum){      // signal handler function for key strokes
if(signum == SIGINT ) { // ctrl+C pressed
// insert your command to close serial
    exit(-3); // mimics ^C == (ASCII) 3
}
}

int main() {
    signal(SIGINT, signal_handler); // register signal handler function to catch
SIGINT==^C
    //...
}
```

rpiconio.h: Ersatz für kbhit() und getch():

```
#ifndef _RPICONIO_H
#define _RPICONIO_H
```

```

// courtesy of AndyD, raspberrypi.org forums, and peterfido, roboternetz.de
forum
// version 003

#include <stdbool.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <termio.h>
#include <unistd.h>

#include <linux/input.h>
#include <termios.h>
#include <signal.h>
#include <sys/types.h>
#include <dirent.h>
#include <sys/stat.h>
#include <sys/select.h>

// Terminal: move cursor
#define cursup      "\033[A"
#define curshome    "\033[0;0H"
#define cls_lxt    "\033[2J"

// keyboard dev
int      fkbd;
char * kbdin = "/dev/input/event0";
struct input_event ev[64];

int shiftl=0;
int shiftr=0;
int _keyshift_=0; // mod keypress state
int ctrl1l=0;
int ctrl1r=0;
int _keyctrl_=0; // mod keypress state
int caps1=0;
int altl=0;
int altgr=0;
int _keyalt_=0; // mod keypress state
int windows=0;
int kontext=0;
int _keypress_=0; // keypress state
int modscode=0;
volatile int _kbscode_ ;

#define _ESC_     1
#define _F1_      59
#define _F2_      60
#define _F3_      61
#define _F4_      62
#define _F5_      63
#define _F6_      64
#define _F7_      65
#define _F8_      66
#define _F9_      67
#define _F10_     68
#define _F11_     69
#define _F12_     70

//*****conio.h - mimics

```

```

//*****  

bool kbhit(void)
{
    struct termios original;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &original);

    struct termios term;
    memcpy(&term, &original, sizeof(term));

    term.c_lflag &= ~ICANON;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);

    int characters_buffered = 0;
    ioctl(STDIN_FILENO, FIONREAD, &characters_buffered);

    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &original);

    bool pressed = (characters_buffered != 0);

    return pressed;
}  

void echoOff(void)
{
    struct termios term;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &term);

    term.c_lflag &= ~ECHO;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
}  

void echoOn(void)
{
    struct termios term;
    tcgetattr(STDIN_FILENO, &term);

    term.c_lflag |= ECHO;
    tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &term);
}  

//*****  

// keyboard scancode
//*****  

int getkbscancode() {
    int rd, size = sizeof (struct input_event);
    int keybscan=0; // scan code "normal key"

    if ((rd = read(fkbd, ev, size * 64)) < size)
        printf ("Fehler mit Tastatur");

    if (ev[1].type != EV_KEY) return 0;

    if (ev[1].value==0){           //Taste losgelassen
        switch (ev[1].code) {
            case 42: shiftl=0;   break;
            case 54: shiftr=0;   break;
            case 29: ctrl1=0;    break;
        }
    }
}

```

```

        case 97: ctrlr=0;      break;
        case 56: altl=0;       break;
        case 125: windows=0;   break;
        case 100: altgr=0;     break;
        case 127: kontext=0;   break;
    }
}
else
{
    if (ev[1].value==1) {
        //==1 fuer nur einen Druck ohne Wiederholung. >=1 fuer Erkennung
von gedrueckt gehaltener Taste
        modscode = 0;
        switch (ev[1].code) {
            case 42: shiftl=1;   break;
            case 54: shiftr=1;   break;
            case 29: ctrl1=1;    break;
            case 97: ctrlr=1;    break;
            case 56: altl=1;     break;
            case 125: windows=1; break;
            case 100: altgr=1;   break;
            case 127: kontext=1; break;

            // Ab hier 'normale Tasten'
        default: keybscan=ev[1].code;// Scancode ablegen

            _keypress_ = keybscan; // standard keypress state
            _keyshift_ = 0;         // reset modifier key pressed
            _keyalt_ = 0;
            _keyctrl_ = 0;

            if(shiftl || shiftr ) { modscode+=1024; _keyshift_=1; }
            if(ctrl1 || ctrlr ) { modscode+=2048; _keyctrl_=1; }
            if(altl)           { modscode+=4096; _keyalt_=1; }
            if(altgr)          { modscode+=(2048+4096); _keyalt_=1;
_keyctrl_=1; }

            if(windows)          modscode+=8192;
            if(kontext)          modscode+=16384;

            if(keybscan>0) {
                _kbscode_ = keybscan + modscode;
                return keybscan;
            }
            else    return 0 ;
        //break;
    }
}
return 0 ;
}

int setupKbdin() {
    if ((fkbd = open (kbddin, O_RDONLY)) == -1){
        printf ("Keyboard error");
        return -1;
    }
    else return 0;
}

#endif

```

Testcode:

Code:

```
//=====
// Testcode:
//=====

#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

#include "rpiconio.h"

int main(void)
{
    long i=0;
    int c = '\0';

    while (c != 'q')    { // press 'q' to quit
        if (kbhit())
        {
            echoOff();
            c = getchar();
            echoOn();
            printf("(hier ggf. auskommentieren: got key \'%c\'\n", c);
            if(c==27) { printf("\nuser break\n"); return 1; }
        }
        delay(100);
    }
    echoOn();
    return 0;
}

#####
#####
```

Zenity : Datei-Auswahl im Fenster-Menü ähnlich OpenFileDialog/SaveFileDialog:

zenity --file-selection über pipe einlesen:

Code: <http://www.mindstormsforum.de/viewtopic.php?f=78&t=8689&start=75>
`popen("zenity --file-selection", "r")`

Beispielcode (Danke an peterfido und Sisor, Roboternetz-Forum):

```
FILE *f;

if(!(f = popen("zenity --file-selection", "r"))){
    strcpy(Dateiname, "Falsch");
    exit(1);
}
char Text[1024]="";
fgets(Text, sizeof(Text), f);
fclose(f);
if(strlen(Text)<2){ //Kein Dateiname / Abbrechen geklickt, etc
    strcpy(Dateiname,"Falsch");
}
else
{ //Dateiname sollte in Text stehen.
    strcpy(Dateiname,Text);
}

#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>

int main() {
    FILE *f;
    char Dateiname[1024] = "";
    int c;

    /* Zenity für File-Dialog benutzen */
    freopen("/dev/null", "w", stderr); // Warnungen von zenity ignorieren
    if(!(f = popen("zenity --file-selection", "r"))){
        strcpy(Dateiname, "Falsch");
        exit(1);
    }
    freopen("/dev/tty", "w", stderr);
    fgets(Dateiname, sizeof(Dateiname), f);
    fclose(f);
    if(strlen(Dateiname) < 2){ //Kein Dateiname übergeben / Abbrechen geklickt,
etc
        strcpy(Dateiname, "Falsch");
    }

    /* Inhalt der Datei ausgeben */
    printf("Dateiname: %s", Dateiname);
    Dateiname[strlen(Dateiname)-1] = '\0'; // '\n'-Stringende entfernen
    f = fopen(Dateiname, "r");
```

```
if (f) {  
    while ((c = fgetc(f)) != EOF)      putchar(c);  
    fclose(f);  
}  
}
```

<http://www.roboternetz.de/community/thread...post628328>

#####

Audio Aufnahme und Wiedergabe
(Kopfhörerausgang, ggf. HDMI)

A.) Töne über die Konsole abspielen

a) Töne abspielen

<http://workshop.raspberrypiaustralia.co...ing-audio/>

```
speaker-test -t sine -f 440 -l 1
```

b) .wav files abspielen

Code: [Alles auswählen](#)

```
aplay ~/sample.wav
```

Beispiel-Sounds: /usr/share/sounds/alsa directory

c) wav-Dateien mit Audio-Player verknüpfen

wav-File auswählen, rechter Mausklick

- > Kontext-Menü
- > Datei-Eigenschaften
- > "Öffnen mit"
- > Kartei-Karte für "eigene Befehlszeile"
- > Kommandozeile: omxplayer %f
- > Anwendungs-Name: Omxplayer
- > OK

Nachteil: Lautstärke nicht über Menü-Leiste regelbar

B. Audio Sound Files (.wav) in C-Programmen abspielen und aufnehmen:

a) System Funktion verwenden:

Muster:

```
#include <cstdlib>
using namespace std;

void PlaySound(std::string filename) {
    system( ("aplay " + filename).c_str() );
}

// ...
PlaySound("m1.wav");
```

b) eigene programmierte Funktion verwenden (nicht getestet):

sudo apt-get install libasound2-dev

Compile / Build Parameter: -lasoundlib

Sound Chips listen:

aplay -l

Sound-Chip auswählen:

1. Soundchip intern: plughw:0,0
2. Soundchip extern: plughw:0,1

Beispielcode (Beispiel-wav- File = "/home/pi/programs/sounds/well.wav")

// alsa implementation: courtesy of "hirnfrei" :)

#include <alsa/asoundlib.h>

```
#include <iostream>
#include <vector>

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include <time.h>

using namespace std;

typedef struct _FILE_head
{
    unsigned char    ID[4];
    unsigned int     Length;
    unsigned char    Type[4];
} FILE_head;

typedef struct _FORMAT
{
    short wFormatTag;
    unsigned short   wChannels;
    unsigned int     dwSamplesPerSec;
    unsigned int     dwAvgBytesPerSec;
```

```

    unsigned short    wBlockAlign;
    unsigned short    wBitsPerSample;
} FORMAT;

typedef struct _CHUNK_head
{
    unsigned char ID[4];
    unsigned int Length;
} CHUNK_head;

snd_pcm_t *soundKarte;

bool Init(string name, unsigned int channels, unsigned int actualRate, unsigned
short WaveBits)
{
    int err;

    snd_pcm_format_t bits;

    unsigned int resample = 1;

    switch(WaveBits)
    {
        case 8:
            bits = SND_PCM_FORMAT_U8;
            break;

        case 16:
            bits = SND_PCM_FORMAT_S16;
            break;

        case 24:
            bits = SND_PCM_FORMAT_S24;
            break;

        case 32:
            bits = SND_PCM_FORMAT_S32;
            break;
    }

    snd_pcm_hw_params_t *hw_params;

    if(name.length() == 0)
    {
        err = snd_pcm_open(&soundKarte, "plughw:1,0", SND_PCM_STREAM_PLAYBACK, 0);
    }
    else
    {
        err = snd_pcm_open(&soundKarte, name.c_str(), SND_PCM_STREAM_PLAYBACK, 0);
    }

    if(err < 0)
    {
        cout << "Init: Kann die Soundkarte nicht öffnen! " << name << " (" <<
        snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_malloc(&hw_params)) < 0)
    {
        cout << "Init: Parameter können nicht initialisiert werden (" <<
        snd_strerror (err) << ")" << endl;
    }
}

```

```

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_any(soundKarte, hw_params)) < 0)
    {
        cout << "Init: Parameter können nicht ermittelt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    err = snd_pcm_hw_params_set_rate_resample(soundKarte, hw_params, resample);

    if(err < 0)
    {
        cout << "Init: Resampling kann nicht eingeschaltet werden " <<
snd_strerror(err) << endl;

        return err;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_access(soundKarte, hw_params,
SND_PCM_ACCESS_RW_INTERLEAVED)) < 0)
    {
        cout << "Init: Zugriffstyp kann nicht gesetzt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_format(soundKarte, hw_params, bits)) < 0)
    {
        cout << "Init: Sample-Format kann nicht gesetzt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_channels(soundKarte, hw_params, channels)) <
0)
    {
        cout << "Init: Anzahl der Kanäle kann nicht gesetzt werden (" <<
snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_rate_near(soundKarte, hw_params, &actualRate,
0)) < 0)
    {
        cout << "Init: Sample-Rate kann nicht auf " << actualRate << " gesetzt
werden (" << snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params(soundKarte, hw_params)) < 0)
    {
        cout << "Init: Parameters können nicht gesetzt werden(" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }
}

```

```

    }

    snd_pcm_hw_params_free(hw_params);

    if((err = snd_pcm_prepare(soundKarte)) < 0)
    {
        cout << "Init: Audio kann nicht zur Nutzung vorbereitet werden (" <<
        snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    return true;
}

bool InitCapture(string name, unsigned int channels, unsigned int actualRate,
unsigned short WaveBits)
{
    int err;

    snd_pcm_format_t bits;

    switch(WaveBits)
    {
        case 8:
            bits = SND_PCM_FORMAT_U8;
            break;

        case 16:
            bits = SND_PCM_FORMAT_S16;
            break;

        case 24:
            bits = SND_PCM_FORMAT_S24;
            break;

        case 32:
            bits = SND_PCM_FORMAT_S32;
            break;
    }

    snd_pcm_hw_params_t *hw_params;

    if(name.length() == 0)
    {
        err = snd_pcm_open(&soundKarte, "plughw:1,0", SND_PCM_STREAM_CAPTURE, 0);
    }
    else
    {
        err = snd_pcm_open(&soundKarte, name.c_str(), SND_PCM_STREAM_CAPTURE, 0);
    }

    if(err < 0)
    {
        cout << "Init: Kann die Soundkarte nicht öffnen! " << name << " (" <<
        snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_malloc(&hw_params)) < 0)
    {
        cout << "Init: Parameter können nicht initialisiert werden (" <<
        snd_strerror (err) << ")" << endl;
    }
}

```

```

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_any(soundKarte, hw_params)) < 0)
    {
        cout << "Init: Parameter können nicht ermittelt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_access(soundKarte, hw_params,
SND_PCM_ACCESS_RW_INTERLEAVED)) < 0)
    {
        cout << "Init: Zugriffstyp kann nicht gesetzt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_format(soundKarte, hw_params, bits)) < 0)
    {
        cout << "Init: Sample-Format kann nicht gesetzt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_channels(soundKarte, hw_params, channels)) <
0)
    {
        cout << "Init: Anzahl der Kanäle kann nicht gesetzt werden (" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params_set_rate_near(soundKarte, hw_params, &actualRate,
0)) < 0)
    {
        cout << "Init: Sample-Rate kann nicht auf " << actualRate << " gesetzt
werden (" << snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    if((err = snd_pcm_hw_params(soundKarte, hw_params)) < 0)
    {
        cout << "Init: Parameters können nicht gesetzt werden(" << snd_strerror
(err) << ")" << endl;

        return false;
    }

    snd_pcm_hw_params_free(hw_params);

    if((err = snd_pcm_prepare(soundKarte)) < 0)
    {
        cout << "Init: Audio kann nicht zur Nutzung vorbereitet werden (" <<
snd_strerror (err) << ")" << endl;

        return false;
    }
}

```

```

    }

    return true;
}

bool UnInit()
{
    snd_pcm_close(soundKarte);

    return true;
}

int playwave(string waveDatei, string name)
{
    FORMAT format;
    FILE_head head;
    CHUNK_head chead;

    char *wave;

    register snd_pcm_uframes_t count, frames;

    int datei;

    unsigned int WaveSize;

    datei = open(waveDatei.c_str(), 00);

    read(datei, &head, sizeof(FILE_head));

    read(datei, &chead, sizeof(CHUNK_head));

    read(datei, &format, sizeof(FORMAT));

    wave = (char *) malloc(head.Length);

    read(datei, wave, head.Length);

    WaveSize = head.Length * 8 / ((unsigned int)format.wBitsPerSample * (unsigned
int)format.wChannels);

    close(datei);

    Init(name, format.wChannels, format.dwSamplesPerSec, format.wBitsPerSample);

    count = 0;

    do
    {
        frames = snd_pcm_writei(soundKarte, wave + count, WaveSize - count);

        if (frames < 0) frames = snd_pcm_recover(soundKarte, frames, 0);
        if (frames < 0)
        {
            printf("Kann wav nicht abspielen: %s\n", snd_strerror(frames));
            break;
        }

        count += frames;
    } while (count < WaveSize);

    if (count == WaveSize) snd_pcm_drain(soundKarte);
}

```

```

    free(wave);

    UnInit();

    return 0;
}

vector<int> audioCapture(int sek, string name, unsigned int channels, unsigned
int actualRate, unsigned short WaveBits)
{
    int err, zielzeit;

    char *puffer;

    vector<int> input;

    time_t t;

    t = time(NULL);

    zielzeit = t + sek;

    puffer = (char *) malloc(1);

    cout << "Beginne Aufnahme von " << sek << " Sekunden!" << endl;

    if(InitCapture(name, channels, actualRate, WaveBits))
    {
        while(t < zielzeit)
        {
            err = snd_pcm_readi(soundKarte, puffer, 1);

            if(err < 0) cout << "Fehler bei der Aufnahme!" << endl;

            input.push_back(puffer[0]);

            t = time(NULL);
        }

        UnInit();
    }
    else cout << "Bei der Initialisierung ist ein Fehler aufgetreten!" << endl;

    cout << "Aufnahme beendet!" << endl;

    return input;
}

void playCaptured(char *wave, unsigned int WaveSize, string name, unsigned int
channels, unsigned int actualRate, unsigned short WaveBits)
{
    register snd_pcm_uframes_t count, frames;

    Init(name, channels, actualRate, WaveBits);

    WaveSize = WaveSize * 8 / WaveBits * channels;

    count = 0;

//    for(int i=0;i<WaveSize-2;i++) printf("%d/%d -> %d\n", i, WaveSize, wave);

    do

```

```

{
    frames = snd_pcm_writei(soundKarte, wave + count, WaveSize - count);

    if(frames < 0) frames = snd_pcm_recover(soundKarte, frames, 0);
    if(frames < 0)
    {
        printf("Kann wav nicht abspielen: %s\n", snd_strerror(frames));
        break;
    }

    count += frames;

} while (count < WaveSize);

if (count == WaveSize) snd_pcm_drain(soundKarte);

UnInit();
}

```

Aufruf der Play-wav-Funktion:

```

playwave(Dateiname, Soundkarte);
//zB:
playwave("/home/pi/Music/cantalow.wav", "plughw:1,0");

```

Beispiel für main():

```

#include <iostream>
#include <vector>

#include <stdio.h>

#include "diaSound.hpp"

int main()
{
    vector<int> input;
    unsigned int i;
    char *wave;

    input = audioCapture(5, "plughw:1,0", 1, 44100, 8);
    wave = (char *) malloc(input.size());
    for(i=0;i<input.size();i++)
    {
        wave = input;
    }
    playCaptured(wave, input.size(), "plughw:1,0", 1, 44100, 8);
    free(wave);
}

```

```
    return 1;  
}
```

Arduino-IDE und Raspberry Pi :

Arduino-IDE auf Raspberry Pi installieren

(Arduino IDE zum Programmieren von Arduinos wie vom PC aus)

neue Anleitung:

```
wget http://downloads.arduino.cc/arduino-1.8.5-linuxarm.tar.xz
tar -x -f arduino-1.8.5-linuxarm.tar.xz
```

alte Anleitung:

661#p1070661 hat geschrieben:1. Go to <https://www.arduino.cc> and download the Arduino IDE 1.6.12 for the ARM processor.

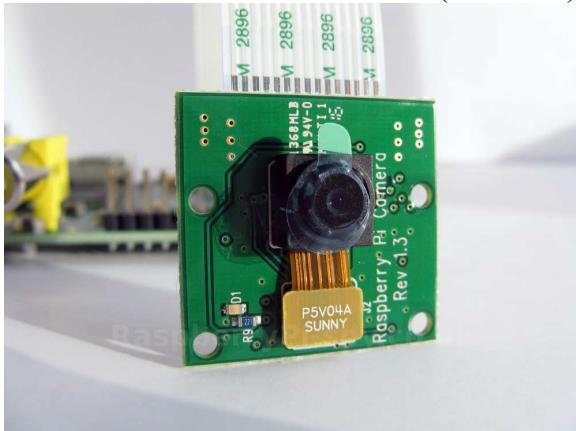
2. Open a terminal window.
3. Type cd ~/Downloads
4. Type tar -xvf arduino -1.6.12-*.tar.xz
5. Type sudo mv arduino-1.6.12 /opt
6. Type cd /opt/arduino-1.6.12/
7. Type chmod +x install.sh
8. Type ./install.sh

Arduino Framework für den Raspberry Pi

(Arduino Sketch-kompatible API um den Raspi zu programmieren)

<https://github.com/me-no-dev/RasPiArduino>

Pi Cam C/C++ libs und Tutorials (Baustelle):



Basis-Informationen, Installation, Low-level-Funktionen:

<https://www.raspberrypi.org/help/camera-module-setup/>

<http://robotblogging.blogspot.de/2013/1...i-for.html>

<https://github.com/raspberrypi/userland>

<http://robotblogging.blogspot.co.uk/201...i-for.html>

<http://lodev.org/lodepng/>

<http://www.uco.es/investiga/grupos/ava/node/40>

<https://www.raspberrypi.org/forums/view...9&p=447001>

<https://www.raspberrypi.org/forums/view...20from%20C>

<http://opencv-srf.blogspot.com/2010/09/...ation.html>

https://github.com/omwah/pixy_rpi

<http://www.uco.es/investiga/grupos/ava/node/40> C++ API, mit/ohne openCV

openCV ComputerVision

(CV == Computer Vision)

a) openCV Literatur, Quellen:

<http://opencv.org/>
https://docs.opencv.org/4.4.0/d9/df8/tutorial_root.html

<https://de.wikipedia.org/wiki/OpenCV>
<https://en.wikipedia.org/wiki/OpenCV>
<https://github.com/opencv/opencv>
<https://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>
<http://opencv-srf.blogspot.de/p/opencv-c-tutorials.html>
https://www.heise.de/developer/meldung/..._79528.html
<https://www.learnopencv.com/>

praktische Beispiele für openCV mit *Python* (!) zur Einstimmung:

<https://www.youtube.com/watch?v=MWK55A0RH0U>
<https://www.youtube.com/watch?v=qcF5PFXZC3o>
<https://www.youtube.com/watch?v=fns19y9NOpM>
<https://www.youtube.com/watch?v=tpwokAPiqfs>
<https://www.youtube.com/watch?v=o2ul4KrLT-s>
https://www.youtube.com/watch?v=eI7RR_QN1ts
<https://gist.github.com/flyboy74/1dfe40...e36a38496f>

b) openCV: Installation, Libraries, Compile/Link Flags

Installation:

s.a.:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
# opencv
sudo apt-get install libopencv-dev
```

```
#Auswahl von Cam Tools:
#apt search webcam
```

```
# cam tool guvcview
sudo apt install guvcview
# alternativ z.B.:
# cam tool camorama
sudo apt install camorama
```

c) Test Programm:

```
#include "opencv2/opencv.hpp"
using namespace cv;
int main(int argc, char** argv)
{
    VideoCapture cap;
    // open the default camera, use something different from 0 otherwise;
    // Check VideoCapture documentation.
    if(!cap.open(0))
        return 0;
    for(;;)
    {
        Mat frame;
        cap >> frame;
        if( frame.empty() ) break; // end of video stream
        imshow("this is you, smile! :)", frame);
        if( (waitKey(10)%256) == 27 ) break; // waitKeypatch: check for 10ms:
then stop capturing by pressing ESC=27
    }
    // the camera will be closed automatically upon exit
    // cap.close();
    return 0;
}
```

compile parameters/flags:

```
gcc -o test test.cpp -lopencv_highgui -lopencv_core -lstdc++
g++ -o test test.cpp -lopencv_highgui -lopencv_core
```

komplette Übersicht über alle vorhandenen flags für alle verfügbaren Module:

pkg-config --libs-only-l opencv

Code:

```
-lopencv_calib3d -lopencv_contrib -lopencv_core -lopencv_features2d -
lopencv_flann -lopencv_gpu -lopencv_highgui -lopencv_imgproc -lopencv_legacy -
lopencv_ml -lopencv_objdetect -lopencv_ocl -lopencv_photo -lopencv_stitching -
lopencv_superres -lopencv_ts -lopencv_video -lopencv_videostab
```

es scheint möglich zusein, dass man alle evtl. nötigen openCV libs auf einen Schlag mitcompiliert/linkt stattdessen durch den Flag

Code:

```
$(pkg-config --cflags --libs opencv)
```

d) openCV Anwendungen:

1.) Color Blob separieren, Anzeige auf s/w Threshold Image

<http://opencv-srf.blogspot.de/2010/09/object-detection-using-color-seperation.html>

```
#include <iostream>
#include "opencv2/highgui/highgui.hpp"
#include "opencv2/imgproc/imgproc.hpp"

using namespace cv;
using namespace std;

int main( int argc, char** argv )
{
    VideoCapture cap(0); //capture the video from web cam

    if ( !cap.isOpened() ) // if not success, exit program
    {
        cout << "Cannot open the web cam" << endl;
        return -1;
    }

    namedWindow("Control", CV_WINDOW_AUTOSIZE); //create a window called
    "Control"

    int iLowH = 0;
    int iHighH = 179;

    int iLowS = 0;
    int iHighS = 255;

    int iLowV = 0;
    int iHighV = 255;

    //Create trackbars in "Control" window
    cvCreateTrackbar("LowH", "Control", &iLowH, 179); //Hue (0 - 179)
    cvCreateTrackbar("HighH", "Control", &iHighH, 179);

    cvCreateTrackbar("LowS", "Control", &iLowS, 255); //Saturation (0 - 255)
    cvCreateTrackbar("HighS", "Control", &iHighS, 255);

    cvCreateTrackbar("LowV", "Control", &iLowV, 255); //Value (0 - 255)
    cvCreateTrackbar("HighV", "Control", &iHighV, 255);

    while (true)
    {
        Mat imgOriginal;

        bool bSuccess = cap.read(imgOriginal); // read a new frame from video

        if (!bSuccess) //if not success, break loop
        {
            cout << "Cannot read a frame from video stream" << endl;
            break;
        }

        Mat imgHSV;
```

```

cvtColor(imgOriginal, imgHSV, COLOR_BGR2HSV); //Convert the captured frame
from BGR to HSV

Mat imgThresholded;

inRange(imgHSV, Scalar(iLowH, iLowS, iLowV), Scalar(iHighH, iHighS, iHighV),
imgThresholded); //Threshold the image

//morphological opening (remove small objects from the foreground)
erode(imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );
dilate( imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );

//morphological closing (fill small holes in the foreground)
dilate( imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );
erode(imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );

imshow("Thresholded Image", imgThresholded); //show the thresholded image
imshow("Original", imgOriginal); //show the original image

if (waitKey(30) == 27) //wait for 'esc' key press for 30ms. If 'esc' key
is pressed, break loop
{
    cout << "esc key is pressed by user" << endl;
    break;
}
}

return 0;
}

```

Hinweis:

Hue values of basic colors
Orange 0-22
Yellow 22- 38
Green 38-75
Blue 75-130
Violet 130-160
Red 160-179

2.) Tracking von farbigen Objekten:

tracking colored objects:

<https://www.opencv-srf.com/2010/09/object-detection-using-color-seperation.html>

```
#include <iostream>
#include "opencv2/highgui/highgui.hpp"
#include "opencv2/imgproc/imgproc.hpp"

using namespace cv;
using namespace std;

int main( int argc, char** argv )
{
    VideoCapture cap(0); //capture the video from web cam

    if ( !cap.isOpened() ) // if not success, exit program
    {
        cout << "Cannot open the web cam" << endl;
        return -1;
    }

    namedWindow("Control", CV_WINDOW_AUTOSIZE); //create a window called
    "Control"

    int iLowH = 0;
    int iHighH = 179;

    int iLowS = 0;
    int iHighS = 255;

    int iLowV = 0;
    int iHighV = 255;

    //Create trackbars in "Control" window
    cvCreateTrackbar("LowH", "Control", &iLowH, 179); //Hue (0 - 179)
    cvCreateTrackbar("HighH", "Control", &iHighH, 179);

    cvCreateTrackbar("LowS", "Control", &iLowS, 255); //Saturation (0 - 255)
    cvCreateTrackbar("HighS", "Control", &iHighS, 255);

    cvCreateTrackbar("LowV", "Control", &iLowV, 255); //Value (0 - 255)
    cvCreateTrackbar("HighV", "Control", &iHighV, 255);

    while (true)
    {
        Mat imgOriginal;

        bool bSuccess = cap.read(imgOriginal); // read a new frame from video

        if (!bSuccess) //if not success, break loop
        {
            cout << "Cannot read a frame from video stream" << endl;
            break;
        }

        Mat imgHSV;

        cvtColor(imgOriginal, imgHSV, COLOR_BGR2HSV); //Convert the captured frame
        from BGR to HSV

        Mat imgThresholded;
```

```

inRange(imgHSV, Scalar(iLowH, iLowS, iLowV), Scalar(iHighH, iHighS, iHighV),
imgThresholded); //Threshold the image

//morphological opening (remove small objects from the foreground)
erode(imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );
dilate( imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );

//morphological closing (fill small holes in the foreground)
dilate( imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );
erode(imgThresholded, imgThresholded, getStructuringElement(MORPH_ELLIPSE,
Size(5, 5)) );

imshow("Thresholded Image", imgThresholded); //show the thresholded image
imshow("Original", imgOriginal); //show the original image

if (waitKey(30) == 27) //wait for 'esc' key press for 30ms. If 'esc' key
is pressed, break loop
{
    cout << "esc key is pressed by user" << endl;
    break;
}
}

return 0;
}

```

3.) Hinweise und weitere Links

a) Hinweise:

Die openCV waitKey() Funktion arbeitet offenbar (zumindest) nicht korrekt mit Raspian zusammen

- Man muss aus dem gelesenen Wert das LSB extrahieren, damit eine Taste per ASCII Code erkannt wird:

Code: Alles auswählen

```
(waitKey(30)%256) == 27 // anstelle waitKey(30) == 27
```

ein kleines #define behebt das Problem:

```
#define waitkey(n) (waitKey(n)%256)
```

b) weitere Links:

Object tracking:

https://www.youtube.com/watch?v=6Sw_KEe4a9c

<https://www.youtube.com/watch?v=hQ-bpfDWQh8> Code: <https://github.com/akaifi/MultiObjectTr...sedOnColor>

<https://www.youtube.com/watch?v=j0POMSW...freload=10> (kein Code bisher)

Face recognition:

<http://docs.opencv.org/2.4/modules/cont...ition.html>

GTK+, GTK++: gtkIOStream

einfacher Einstieg über gtkiostream:

<http://www.flatmax.org/gtkiostream/html/index.html>
<http://www.flatmax.org/gtkiostream/html...ample.html>

einfacher Programm-Rumpf:

Code: <http://www.mindstormsforum.de/viewtopic.php?f=78&t=8689&start=75>

```
#include <gtkInterface.H>
```

```
int main() {
    gtk_init( &argc, &argv ); // init GTK
    GtkInterface topWindow; // Create the top box
    gtk_main(); // run GTK+
}
```

zusätzliche compile/build flags für gcc mit Geany:

Code: <http://www.mindstormsforum.de/viewtopic.php?f=78&t=8689&start=75>

```
$(pkg-config gtk+-2.0 --cflags --libs) -I/home/pi/gtkiostream-1.5.0/include
```

weitere Tutorials hierzu sind hier verlinkt:

Overview: <https://www.raspberrypi.org/forums/view...7&t=173531>

Nachteil:

für sehr einfache Anwendungen zwar einigermaßen schnell zu benutzen, aber dann wird's schnell schwierig, auch wegen ziemlich schlechtem Support von Seiten des Autors.

Tutorial über GTK3 und Glade:

<http://www.peteronion.org.uk/GtkExamples/GladeTutorials.html>

GTK 3 : glade-3

Installation:

<http://prognotes.net/2015/12/installing ... -in-linux/>

Tutorial:

<http://prognotes.net/2016/03/gtk-3-c-co ... g-glade-3/>

Nachteil:

arbeitet nicht direkt mit der Geany IDE und deren compiler/linker build Parametern zusammen, sondern erfordert einen großen Overhead bezüglich makefiles und zusätzlichen project files etc.

s. <http://prognotes.net/2015/06/gtk-3-c-program-using-glade-3/>

a) Installation von GTK+ 3:

Code: [Alles auswählen](#)

```
sudo apt-get install libgtk-3-dev
```

b) Installation von Glade:

Code: [Alles auswählen](#)

```
sudo apt-get install glade
```

c) Compile/build- Befehl:

Code: [Alles auswählen](#)

```
gcc -o gladewin main.c -Wall `pkg-config --cflags --libs gtk+-3.0` -export-dynamic
```

für Geany: Zusatz zu "komplizieren" und "erstellen":

wie üblich

gcc/g++ -Wall "%f" "%e" plus:

Code: [Alles auswählen](#)

```
$(pkg-config --cflags --libs gtk+-3.0) -export-dynamic
```

Qt :

1. a) Qt 5 Creator + Designer installieren
s.a.: https://wiki.ubuntuusers.de/Qt_Creator/
 - <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=33&t=69163&p=1215892#p1043324>
 - <https://www.roboternetz.de/community/threads/73990-GUI-Builder-Qt-Designer?p=654791&viewfull=1#post654791>

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade  
sudo reboot  
sudo apt-get autoremove
```

```
sudo apt install qtcreator
sudo apt install gnustep gnustep-devel clang-3.8-doc llvm-3.8-doc qtbase5-dev cmake kdelibs5-data subversion
sudo apt install qt5-default
#optional:
sudo apt install qt5-qmltooling-plugins qt5-doc
sudo apt install qtdeclarative5-dev
sudo apt-get install libqt5multimedia5-plugins
```

Open Qt creator,
go to "Tools > Options > Build and Run" (Extras->Einstellungen->Erstellen) and go to Compilers.
Add
C: GCC, compiler path= /usr/bin/gcc
C++: G++ compiler Path=/usr/bin/g++

Then go to Kits and check whether Compiler, Debugger and Qt version are set; choose qt Kit (drop down menu) additionally.

That's it , click Ok and create a new projectThe next bit was confusing in that clicking on "Design" down the left panel is impossible because it's greyed. Tools->Form Editor->Switch Source/Form solves that (i.e. shift-f4) with "mainwindow.cpp" open (aka "mainwindow.ui")

and now you can create forms.

Hin und her wechseln zwischen Editor und Designer mit Shift+F4

Hier und hier wechseln zwischen Editor und Designer mit Shift+F4
Im Designer Modus z.B. den auf die Form gezogenen Button mit rechts anklicken und "Gehe zu Slot" wählen

Dann geht ein Fenster auf mit Auswahl Button-Event (leftClick, rightClick, ButtonUp, triggered...). Ist einer gewählt kommt man in den Editor an die Stelle im Code an dem man auf die eigenen Methoden zeigen kann.

Hinzufügen von wiringPi GPIO functions:

1.) im .pro file die folgenden 3 Zeilen einfügen :
INCLUDEPATH += /usr/local/include

```
LIBS += -L"/usr/local/lib"  
LIBS += -lwiringPi  
2.) Zusätzlich im sourcecode von mainwindow.cpp: #include <wiringPi.h>
```

b) Qt 4 und Qt Creator 4 installieren

```
sudo apt-get install qt4-dev-tools libqt4-dev libqt4-dev-bin qt4-qmake  
sudo apt install qtcreator
```

2.) Tutorials und weiterführende Literatur:

https://wiki.qt.io/Basic_Qt_Programming_Tutorial

http://www.elektronik.nmp24.de/?Einplatinenrechner:Raspberry_PI:GUI_mit_Qt_Creator_erstellen

<https://qtvon0auf100.wordpress.com/>

https://de.wikibooks.org/wiki/Qt_f%C3%BCr_C%2B%2B-Anf%C3%A4nger

<https://www.matse.itc.rwth-aachen.de/di...hp?id=8048>

3.) Schema zum Erstellen von Qt Projekten:
in beliebiges Arbeitsverzeichnis wechseln

ein Unterverzeichnis <projektnname> erstellen und dort hinein wechseln

mit qtdesigner das spätere Fenster samt Qlabels, Qedit und QPushbuttons etc. entwerfen
+ speichern als "projektnname.ui"

dann die zugehörigen .h und .cpp files per Editor programmieren

in diesem Unterverzeichnis sollen sich dann letztendlich befinden:
main.cpp, projektnname.h, projektnname.cpp, projektnname.ui

in diesem Unterverzeichnis das LXterminal öffnen und nacheinander eingeben:
qmake -project
qmake
make
. /projektname

Eigen Library für Lineare Algebra

Installation:

- 1.) update, upgrade, autoremove!
- 2.) sudo apt install libeigen3-dev pkg-config

compile/build Parameters

für command line:

```
g++ main.cpp $(pkg-config eigen3 --cflags) -o eigen-demo
```

zusätzlich für Geany:

```
$(pkg-config eigen3 --cflags)
```

zusätzlich für qt5 .pro file:

```
LIBS += "$(pkg-config eigen3 --cflags)"
```

DONATE / SPENDE:

Gefällt dir dieses Kompendium und möchtest du dafür einen kleinen Betrag über PAYPAL spenden ?

Dann klicke einfach auf diesen Link :

-> [Ja, ich möchte etwas als Anerkennung spenden](#) <-

https://www.paypal.com/cgi-bin/webscr?cmd=_s-xclick&hosted_button_id=Q58RCVK67EM9Q

Ein ganz herzliches Dankeschön! ☺

ANHANG

Optionale Tools und Settings

a) apt Pakete: update, installieren, entfernen:

<https://wiki.ubuntuusers.de/apt/apt-get/>

z.B.:

update, upgrade:

sudo apt-get update

sudo apt-get upgrade

sudo apt-get dist-upgrade

autoremove:

sudo apt-get autoremove

uninstall packages

sudo apt-get --purge remove <package>

b) mobiles Internet mit Surfstick / GSM Card

s.u.a.:

<http://tutorials-raspberrypi.de/raspberry-pi-gsm-modul-mobiles-internet/>

<https://www.video2brain.com/de/tutorial/internetverbindung-mit-usb-surfstick-herstellen>

c) Leistung an USB-Ports maximal erhöhen:

USB Ports haben normalerweise ein zu niedriges Strom-Limit, daher muss dies manuell auf >1A erhöht werden:

sudo leafpad /boot/config.txt

am Schluss einfügen

max_usb_current=1

d) externe USB-Laufwerke einbinden

wenn die GUI läuft, wird ein eingestecktes USB-Laufwerk automatisch erkannt ("mounted"). Am besten klappt der Zugriff mit FAT/FAT32-Formatierung.

Man findet das Laufwerk mit Namen [drvname] im Verzeichnisbaum als Verzeichnis (Ordner) unter

/media/pi/[drvname]

Jetzt kann man Daten drauf speichern wie von PCs her bekannt und sogar vom Windows Netzwerk darauf zugreifen.

e) SD-Card : Linux Partition auf SD-Karte komplett löschen zur Neukonfiguration

SDFormatter

<https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0a>

hUKEwjAp6_93tfMAhUGfywKHR8eDk0QFggwMAE&url=https%3A%2F%2Fwww.socard.org%2Fdownloads%2Fformatter_4%2Feula_windows%2F&usg=AFQjCNG_DdXIImBYCXUCPBOFR_NwcR-C0_g

f) SD-card Backup oder Kopie erstellen:

Win32DiskImager

<https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>

Belena Etcher

<https://www.balena.io/etcher/>

Shrink SD.img

<https://github.com/Drewsif/PiShrink>

sudo pishrink.sh pi.img

Installation:

wget <https://raw.githubusercontent.com/Drewsif/PiShrink/master/pishrink.sh>

chmod +x pishrink.sh

sudo mv pishrink.sh /usr/local/bin

g) SD-card Backup lokal auf Raspi erstellen (via Raspi USB SD-Adapter) :

Das Raspbian Release mit Pixel Desktop (ab 2016-04-14) enthält in Menu -> Zubehör das Tool SD Card Copier

mit dem man im laufenden Betrieb die interne SD Card auf eine externe SD-Card (im USB Card Reader) samt allen Partitionen kopieren kann!

<https://www.raspberrypi.org/blog/another-update-raspbian/>

h) externe SD-Laufwerke mounten und browsen :

Partitionen auflisten:

ls /dev/sd*

zeigt z.B.

dev/sda1 /dev/sda2 /dev/sda5 /dev/sda6 /dev/sda7

ebenfalls kann man mit fdisk eine Übersicht über die SD Partitionen bekommen:

sudo fdisk -l /dev/sda

sda7 ist z.B. die Linux Partition.

Mounten des Drives:

sudo mkdir /media/pi/ext_root

sudo mount /dev/sda7 /media/pi/ext_root

Jetzt kann man sich die Daten auf ext_root ansehen

cd /media/pi/ext_root

ls

und auch mit Original-Ordnern vergleichen:

```
diff /home/pi /media/pi/ext_root/home/pi  
diff -r /home/pi /media/pi/ext_root/home/pi
```

i) NTFS Support für Stretch:

```
sudo apt install ntfs-3g [enter]
```

optional: Heimnetz und Windows Workgroup

a) RaspberryPi ins Windows Heimnetz einbinden und freigeben
 klappt nicht immer leider, viele Quellen geben verschiedene, teilw. widersprüchliche Anweisungen, wo immer irgendwas nicht 100% sicher funktioniert:

Version 1) <http://raspberrywebserver.com/serveradm...twork.html>

angeblich besser auf Raspbian (Jessie, Stretch) zugeschnitten:

Version 2)

<http://simplesi.net/auto-install-a-simple-samba-setup/>

(hat gut funktioniert mit Raspbian **Stretch**!)

wget <https://dl.dropbox.com/s/wjlshn22z80rzpv/simplesamba.sh>
 and then run
 sudo bash simplesamba.sh

Version 3) <https://oshlab.com/setting-samba-raspberry-pi/>

hat gut funktioniert mit Raspbian **Jessie**, wenn smb.conf aber stattdessen in dieser folgenden abgeänderten Weise gepatcht wurde:

```
#  

# Sample configuration file for the Samba suite for Debian GNU/Linux.  

#  

#  

# This is the main Samba configuration file. You should read the  

# smb.conf(5) manual page in order to understand the options listed  

# here. Samba has a huge number of configurable options most of which  

# are not shown in this example  

#  

# Some options that are often worth tuning have been included as  

# commented-out examples in this file.  

# - When such options are commented with ";", the proposed setting  

#   differs from the default Samba behaviour  

#   - When commented with "#", the proposed setting is the default  

#     behaviour of Samba but the option is considered important  

#     enough to be mentioned here  

#  

# NOTE: Whenever you modify this file you should run the command  

# "testparm" to check that you have not made any basic syntactic  

# errors.  

#===== Global Settings =====  

[global]  

## Browsing/Identification ###  

# Change this to the workgroup/NT-domain name your Samba server will part of  

workgroup = WORKGROUP  

=====  

wide links = yes  

=====
```

```
# Windows Internet Name Serving Support Section:  

# WINS Support - Tells the NMBD component of Samba to enable its WINS Server  

wins support = no
```

```

#wins support = yes

# WINS Server - Tells the NMBD components of Samba to be a WINS Client
# Note: Samba can be either a WINS Server, or a WINS Client, but NOT both
; wins server = w.x.y.z
# This will prevent nmbd to search for NetBIOS names through DNS.

dns proxy = no
##### Networking ##### # The specific set of interfaces / networks to bind to
# This can be either the interface name or an IP address/netmask;
# interface names are normally preferred
; interfaces = 127.0.0.0/8 eth0

# Only bind to the named interfaces and/or networks; you must use the
# 'interfaces' option above to use this.
# It is recommended that you enable this feature if your Samba machine is
# not protected by a firewall or is a firewall itself. However, this
# option cannot handle dynamic or non-broadcast interfaces correctly.
; bind interfaces only = yes

##### Debugging/Accounting #####
# This tells Samba to use a separate log file for each machine
# that connects
log file = /var/log/samba/log.%m
# Cap the size of the individual log files (in KiB).
max log size = 1000
# If you want Samba to only log through syslog then set the following
# parameter to 'yes'.
# syslog only = no

# We want Samba to log a minimum amount of information to syslog. Everything
# should go to /var/log/samba/log.{smbd,nmbd} instead. If you want to log
# through syslog you should set the following parameter to something higher.
syslog = 0
# Do something sensible when Samba crashes: mail the admin a backtrace
panic action = /usr/share/samba/panic-action %d

##### Authentication ##### # Server role. Defines in which mode Samba will operate.
# Possible values are "standalone server", "member server", "classic primary # domain controller",
# "classic backup domain controller", "active
# directory domain controller".
#
# Most people will want "standalone sever" or "member server".
# Running as "active directory domain controller" will require first
# running "samba-tool domain provision" to wipe databases and create a
# new domain.

server role = standalone server # If you are using encrypted passwords, Samba will need to know
what
# password database type you are using.
passdb backend = tdbsam

```

```

obey pam restrictions = yes # This boolean parameter controls whether Samba attempts to sync the
Unix # password with the SMB password when the encrypted SMB password in the
# passdb is changed.

unix password sync = yes
# For Unix password sync to work on a Debian GNU/Linux system, the following
# parameters must be set (thanks to Ian Kahan <kahan@informatik.tu-muenchen.de> for
# sending the correct chat script for the passwd program in Debian Sarge).

passwd program = /usr/bin/passwd %u

passwd chat = *Enter\snew\s*\spassword:* %n\n *Retype\snew\s*\spassword:* %n\n
*password\supdated\ssuccessfully*. # This boolean controls whether PAM will be used for
password changes # when requested by an SMB client instead of the program listed in
# 'passwd program'. The default is 'no'.

pam password change = yes
# This option controls how unsuccessful authentication attempts are mapped
# to anonymous connections
map to guest = bad user
##### Domains #####
# # The following settings only takes effect if 'server role = primary'
# classic domain controller', 'server role = backup domain controller'
# or 'domain logons' is set
#
# It specifies the location of the user's
# profile directory from the client point of view) The following
# required a [profiles] share to be setup on the samba server (see
# below)
; logon path = \\%N\profiles\%U
# Another common choice is storing the profile in the user's home directory
# (this is Samba's default)
# logon path = \\%N\%U\profile

# The following setting only takes effect if 'domain logons' is set
# It specifies the location of a user's home directory (from the client
# point of view)
; logon drive = H:
# logon home = \\%N\%U

# The following setting only takes effect if 'domain logons' is set
# It specifies the script to run during logon. The script must be stored
# in the [netlogon] share
# NOTE: Must be store in 'DOS' file format convention
; logon script = logon.cmd
# This allows Unix users to be created on the domain controller via the SAMR
# RPC pipe. The example command creates a user account with a disabled Unix
# password; please adapt to your needs
; add user script = /usr/sbin/adduser --quiet --disabled-password --gecos "" %u# This allows
machine accounts to be created on the domain controller via the
# SAMR RPC pipe.
# The following assumes a "machines" group exists on the system

```

```

; add machine script = /usr/sbin/useradd -g machines -c "%u machine account" -d /var/lib/samba -s
/bin/false %u # This allows Unix groups to be created on the domain controller via the SAMR
# RPC pipe.
; add group script = /usr/sbin/addgroup --force-badname %g
#####
# Using the following line enables you to customise your configuration
# on a per machine basis. The %m gets replaced with the netbios name
# of the machine that is connecting
; include = /home/samba/etc/smb.conf.%m

# Some defaults for winbind (make sure you're not using the ranges
# for something else.)
; idmap uid = 10000-20000
; idmap gid = 10000-20000
; template shell = /bin/bash

# Setup usershare options to enable non-root users to share folders
# with the net usershare command.
# Maximum number of usershare. 0 (default) means that usershare is disabled.
; usershare max shares = 100
# Allow users who've been granted usershare privileges to create
# public shares, not just authenticated ones
usershare allow guests = yes
===== Share Definitions =====
[homes]
comment = Home Directories
browseable = no

# By default, the home directories are exported read-only. Change the
# next parameter to 'no' if you want to be able to write to them.
read only = yes # File creation mask is set to 0700 for security reasons. If you want to
# create files with group=rw permissions, set next parameter to 0775.

create mask = 0700 # Directory creation mask is set to 0700 for security reasons. If you want to
# create dirs. with group=rw permissions, set next parameter to 0775.

directory mask = 0700 # By default, \\server\username shares can be connected to by anyone
# with access to the samba server.

# The following parameter makes sure that only "username" can connect
# to \\server\username
# This might need tweaking when using external authentication schemes
valid users = %S # Un-comment the following and create the netlogon directory for Domain
Logons
# (you need to configure Samba to act as a domain controller too.)
; [netlogon]
; comment = Network Logon Service
; path = /home/samba/netlogon
; guest ok = yes
; read only = yes

# Un-comment the following and create the profiles directory to store
# users profiles (see the "logon path" option above)
# (you need to configure Samba to act as a domain controller too.)
# The path below should be writable by all users so that their

```

```

# profile directory may be created the first time they log on
; [profiles]
;   comment = Users profiles
;   path = /home/samba/profiles
;   guest ok = no
;   browseable = no
;   create mask = 0600
;   directory mask = 0700

[printers]
comment = All Printers
browseable = no
path = /var/spool/samba
printable = yes
guest ok = no
read only = yes
create mask = 0700

# Windows clients look for this share name as a source of downloadable
# printer drivers
[print$]
comment = Printer Drivers
path = /var/lib/samba/printers
browseable = yes
read only = yes
guest ok = no
# Uncomment to allow remote administration of Windows print drivers.
# You may need to replace 'lpadmin' with the name of the group your
# admin users are members of.
# Please note that you also need to set appropriate Unix permissions
# to the drivers directory for these users to have write rights in it
; write list = root, @lpadmin

[root]
comment = Admin Config Share
path = /
browseable = yes
force user = root
force group = root
admin users = pi
writeable = yes
read only = no
guest ok = yes
create mask = 0777
directory mask = 0777

#-----"

[pi]
comment = pi user /homepi folder
path = /home/pi
browseable = yes
force user = pi
force group = pi

```

```
admin users = pi
writeable = yes
read only = no
guest ok = yes
create mask = 0777
directory mask = 0777
```

b) CUPS Drucker Service installieren

für einen stand-alone WiFi-Drucker, der im selben Netz wie der Pi direkt am Router angemeldet ist:

<http://www.penguintutor.com/linux/printing-cups>

```
sudo apt-get install printer-driver-gutenprint
sudo apt install cups
sudo usermod -a -G lpadmin pi
```

Connect via web browser on local computer to <http://127.0.0.1:631>

- ➔ CUPS for Administrators
- ➔ Adding printers and classes
- ➔ add printer
- ➔ Discovered Network Printers (tag)
- ➔ Continue
- ➔ Name / Description / Location
- ➔ Continue

für Drucker, der an einem Windows-PC angeschlossen ist (USB) und dann im Heimnetz freigegeben ist:

erfordert samba, aber klappt leider auch nicht immer, viele Quellen geben verschiedene Anweisungen, die aber alle nicht immer 100% funktionieren...:

<http://www.penguintutor.com/linux/printing-cups>

```
sudo aptitude install smbclient
sudo apt-get install cups
sudo service cups restart
```

```
# falls der Drucker letztendlich nicht erkannt wird, zusätzlich dies hier einfügen:
# sudo apt-get install smbclient printer-driver-gutenprint
# sudo service cups restart
```

```
sudo usermod -a -G lpadmin pi
```

Internet-Browser:

<http://127.0.0.1:631>

choose the Administration Tab and then select "Add Printer",
login:

pi
raspberry

manually provide service name, as:
smb://host/printername
follow driver installation menu
editieren: /etc/modules-load.d/cups-filters.conf,
alles auskommentieren

c) Windows PC fernsteuern:
<http://c64-online.com/?p=1471>

Linux Tipps, Tools und Add-Ons (optional)

(aus verschiedenen Foren zusammengetragen)

freier Speicherplatz auf SD:

Im Terminal eingeben: df

oder

df -h

Sicherungskopie einer Datei erstellen, bevor man sie editiert:

Im Terminal eingeben (z.B.) sudo cp /mypath/myfilename /mypath/myfilename_bakLeerzeichen u/o Minuszeichen im Dateipfad/namen vermeiden!

Keyboard-Layout ändern deutsch/englisch:

setxkbmap de

setxkbmap us

Systemeinstellungen ändern:

Boot-Options etc., für Schnittstellen: Advanced Settings:

LX Terminal starten, Eingabe:

sudo raspi-config

Mausgeschwindigkeit für Funkmaus anpassen:

[quote]boot/cmdline.txt editieren sudo leafpad /boot/cmdline.txt und am Ende eintragen:

usbhid.mousepoll=0

(muss alles in einer Zeile bleiben)[/quote]

NumLock auf Nummernblock beim Booten einschalten

sudo apt-get update

sudo apt-get install numlockx

Then:

sudo crontab -e

#and add the line

@reboot numlockx on

Next, open the file /etc/kbd/config, and un comment the line

LEDS=+num

near the end of the file.

Reboot.[/quote]

ausführbare Bash-Skripte erstellen

(ähnlich wie .BAT-Dateien unter MSDOS/Windows):

(sudo) leafpad im LX Terminal oder den Texteditor öffnen ,
ins gewünschte Verzeichnis wechseln,
Befehle untereinanderschreiben
sichern unter *.sh

Datei per Dateimanager auswählen,

Maus-Rechtsklick:

-> Permissions tab -> ändern auf 'Execute' to 'Anyone'.

für eine Script-Datei mit Namen "meinscript.sh" geht das auch per Kommandozeile mit
chmod 755 meinscript.sh[/quote]

Benutzer-Eingabe abfragen (y/n etc):

<https://stackoverflow.com/questions/226703/how-do-i-prompt-for-yes-no-cancel-input-in-a-linux-shell-script>

Bash-Tutorial:

https://linuxhint.com/30_bash_script_examples/

Verknüpfung erstellen:

[quote]ebenfalls aus Dateinamanger -> rechter Maus-Click -> Edit

-> Verknüpfung erstellen (Create Link), -> Ziel z.B. Desktop o.a.

[/quote]

wav-Dateien mit Audio-Player verknüpfen

wav-File auswählen, rechter Mausklick

-> Kontext-Menü

-> Datei-Eigenschaften

-> "Öffnen mit"

-> Kartei-Karte für "eigene Befehlszeile"

-> Kommandozeile: omxplayer %f

-> Anwendungs-Name: Omxplayer

-> OK[/quote]

Screenshot erstellen

[quote]s. scrot:

<https://developer-blog.net/raspberry-pi-screenshot-erstellen/>[/quote]

cpu-Temperatur kontrollieren:

aus Raspberrypi Forum:

You can read the CPU temp via bash script. Save this script as getTemp.sh in /usr/local/bin folder and give execute permission with chmod +x /usr/local/bin/getTemp.sh command. Then run it, you will get temp values.

```
#!/bin/bash
```

```
cpuTemp0=$(cat /sys/class/thermal/thermal_zone0/temp)
```

```

cpuTemp1=$(($cpuTemp0/1000))
cpuTemp2=$(($cpuTemp0/100))
cpuTempM=$((cpuTemp2 % $cpuTemp1))

echo CPU temp="$cpuTemp1"."$cpuTempM"C"
echo GPU $(/opt/vc/bin/vcgencmd measure_temp)

```

C-code:

```

float systemp, millideg;
FILE *thermal;
int n;

thermal = fopen("/sys/class/thermal/thermal_zone0/temp","r");
n = fscanf(thermal,"%f",&milldeg);
fclose(thermal);
systemp = millideg / 1000;

printf("CPU temperature is %f degrees C\n",systemp);

```

Task killen, der ungewollt noch läuft :

[quote="FTrevorGowen"] I would try ps aux to list running processes and their Process ID's, look for the(your) user name and the relevant program name and then kill -9 pid, replacing "pid" by the actual Process ID number.

HTH,
Trev.[/quote]

disable screensaver:

(danke an Rive, Raspberry.org Forum!)

It is easy (if you have anything on like xscreensaver, or light-locker, remove it)

Then, in terminal, open:

```

sudo leafpad ~/.config/lxsession/LXDE-pi/autostart
add:
@xset s 0 0
@xset s noblank
@xset s noexpose
@xset dpms 0 0 0

```

'select all', then right click 'copy', then scroll to bottom with down arrow key, then 'paste'
so it looks like this:

```

@pcmanfm --desktop --profile LXDE-pi
@xscreensaver -no-splash
@xset s 0 0
@xset s noblank
@xset s noexpose
@xset dpms 0 0 0

```

then
sudo reboot

#-----

Raspbian Stretch xscreensaver:

<https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=202859>

<https://www.raspberrypi.org/documentation/configuration/screensaver.md>

sudo apt-get install xscreensaver

Auto running a program after boot :

<https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?p=921354#p921354>

