

Das klingt ja fantastisch

Audioprojekte mit dem Raspberry Pi



Über mich

- Daniel Matuschek, Jahrgang 1973
- seit 20 Jahren im Bereich Selbstbauaudio unterwegs
- diverse Eigenbau-Lausprecher
- Elektronikprojekte: platINA (Vorverstärker für Plattenspieler), SinCos (Spannungsversorgung für Plattenspieler) u.v.a.
- Gründer von HiFiBerry

Über HiFiBerry

- gegründet 2013
- entwickelt Produkte, die die Audioqualität des Raspberry Pi verbessern
- heute 4 Personen - in Kanada, Großbritannien, Deutschland, Schweiz



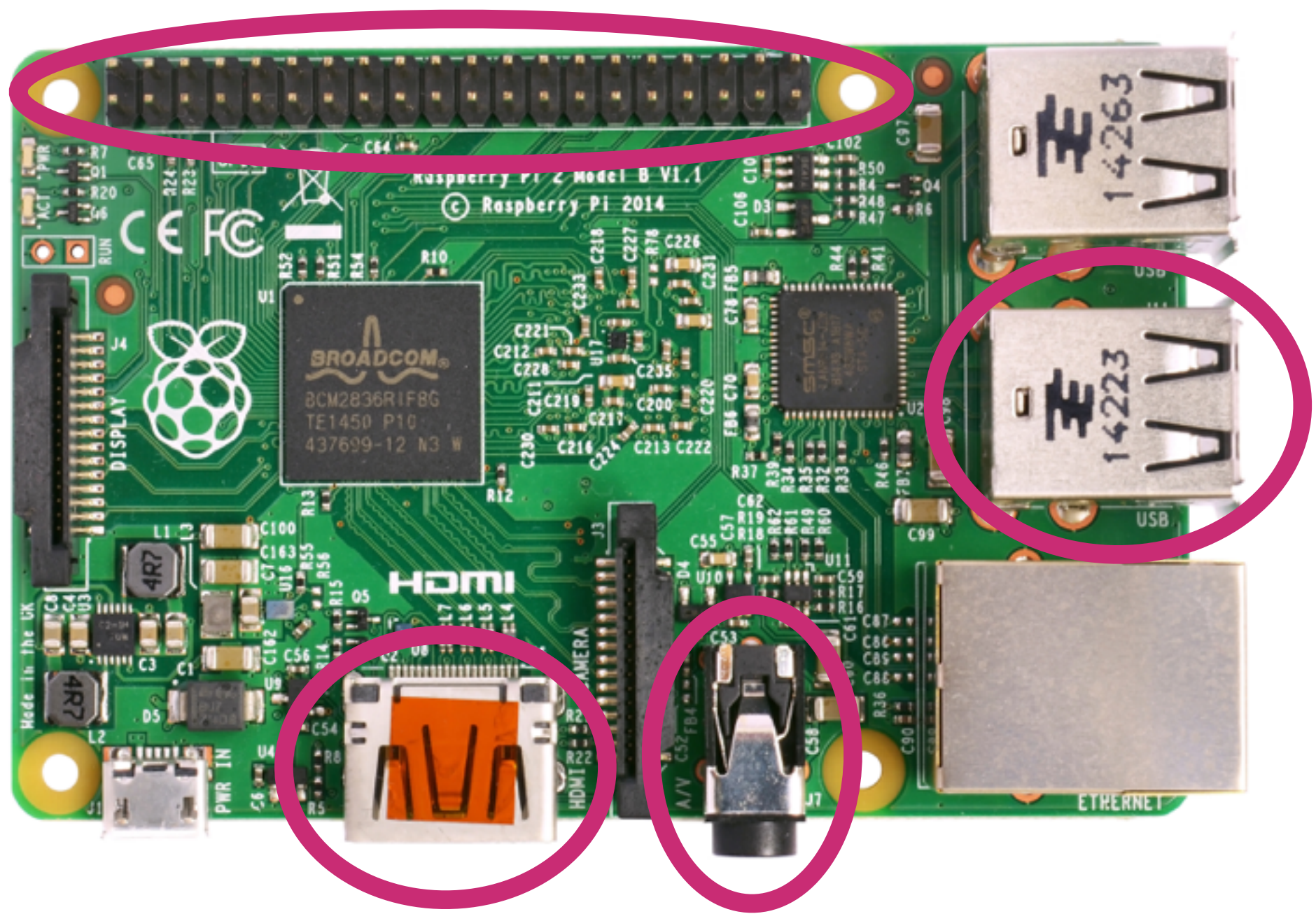
HiFiBerry Produkte

- HiFiBerry DAC
audiophiler 192kHz/24bit DAC
- HiFiBerry Digi
audiophile digitaler 192kHz SPDIF Schnittstelle
- HiFiBerry Amp
integrierter 25W Verstärker

Warum der Raspberry Pi?

- klein, stromsparend
- günstig
- ausreichende Leistung
- grosse Community
- sehr viel verfügbare Software
- viele Möglichkeiten für Erweiterungen

Raspberry Pi Audio



Onboard audio



- billig - keine Zusatzkosten
- kein echter Soundchip, 11-bit PWM
- Klirrfaktor $> 1\%$
- hohes Rauschen (etwas besser seit Raspberry Pi Modell B+)

Signalqualität onboard



20kHz Sinus am onboard Ausgang

HDMI



- keine Zusatzkosten
- digital, gute Tonqualität
- benötigt Verstärker mit HDMI Eingang
- limitiert auf 48kHz

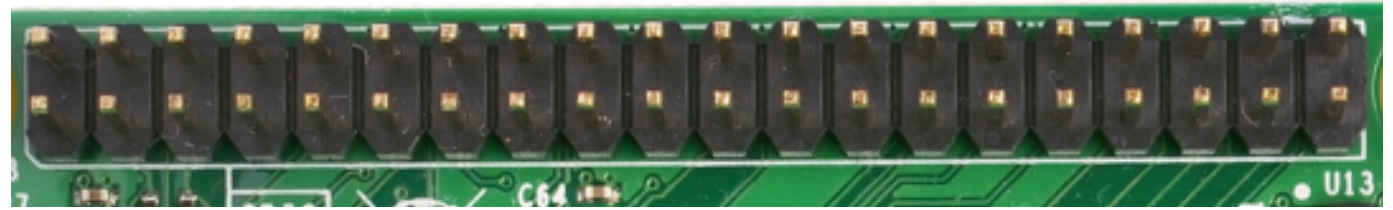
```
.rates = SNDRV_PCM_RATE_CONTINUOUS  
.rate_min = 8000,  
.rate_max = 48000,  
.channels_min = 1,  
.channels_max = 2,
```

USB



- grosse Auswahl externer Soundkarten
- zusätzliche Kabel, externes Gerät
- Sampleraten $> 48\text{kHz}$ teilweise mit Problemen, da sich alle USB-Komponenten (inkl. Netzwerkadapter) einen USB-Bus teilen

GPIO



- direkter Anschluss an I2S Schnittstelle des Raspberry Pi Prozessors
- volle 192kHz/24bit ohne Beeinflussung durch USB
- GPIO ist kein Bussystem, daher Kombination mehrerer Karten nur für erfahrene Elektronikbastler
- Treiber basierend auf ASoc Linux subsystem im Raspberry Pi Linux Kernel integriert

Mögliche Anwendungen

- Airplay (shairport)
- Bluetooth Audio (pulseaudio)
- Abspielen von Musik von lokaler Festplatte oder NAS Geräten (mpd)
- Synchrones Streaming auf mehrere Spieler (squeezeplug)
- und vieles mehr

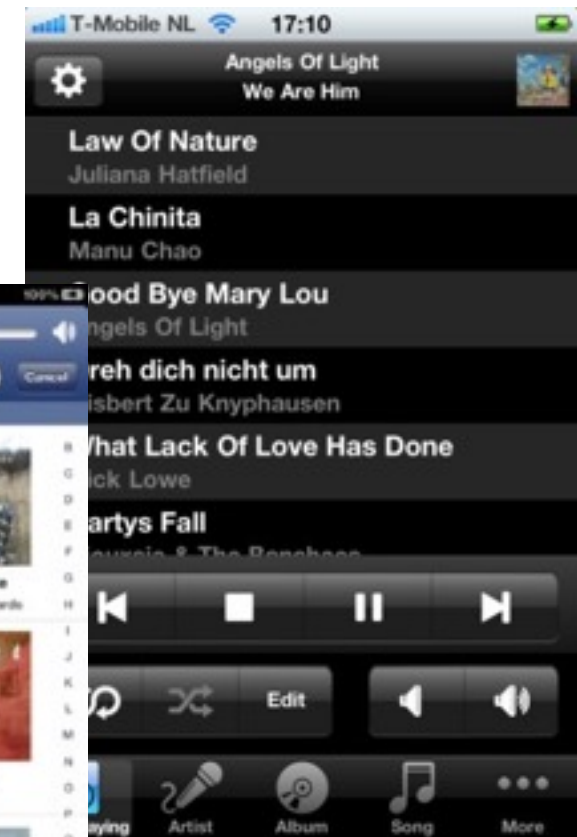
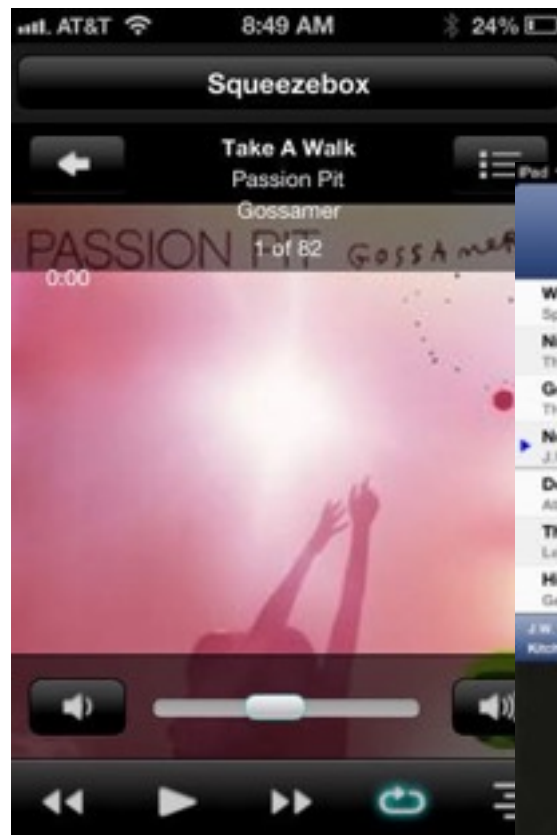
Distributionen für Audio

- Volumio/Runeaudio/PiMusicBox
basierend auf mpd
Spotify integriert
- Max2Play, piCorePlayer
basierend auf Squeezeplug, Abspielen für Logitech Media Server
- OSMC, OpenElec
basierend auf Kodi (ehemals XBMC), optimiert für Videowiedergabe, aber auch Abspielen von Musik möglich

Bedienung

- Smartphone/Tablet
Vielzahl von Fernsteueranwendungen für mpd,
Logitech Media Server, Modi
- Taster, Infrarot-Empfänger direkt am GPIO
angeschlossen
- LCD-Display am GPIO
- externes Display an HDMI oder onboard-
Displayanschluss

Clients für Smartphone und Tablet

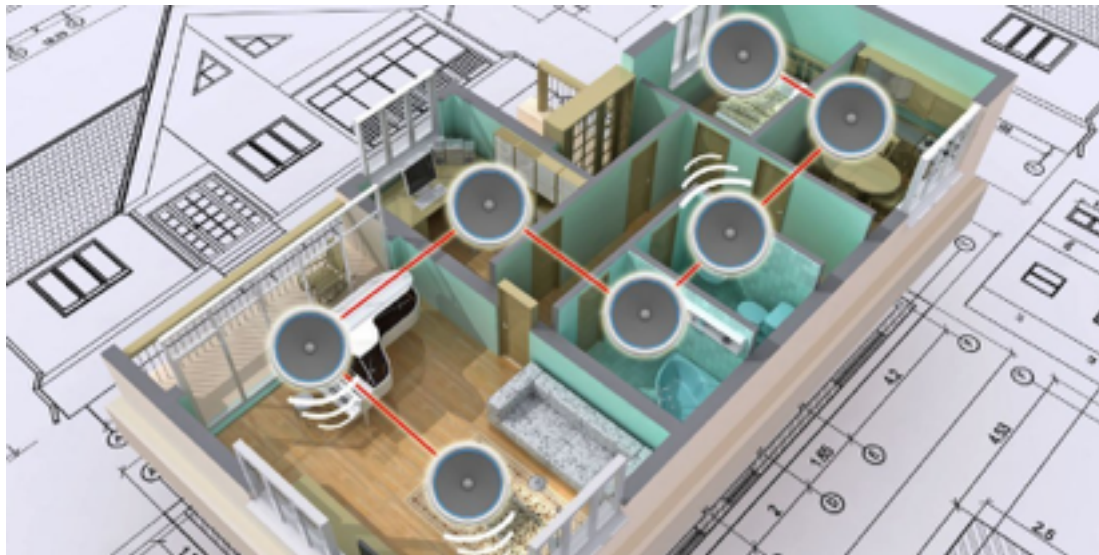


Woodware



<https://www.hifiberry.com/forums/topic/woodware/>

Maison et Domotique



7 Raspberry Pi mit Max2Play
zentrales Streaming mit LMS



<http://www.maison-et-domotique.com/56929-realisation-de-multiroom-audio-a-base-de-raspberry-pi-hifiberry/>

Holz und Röhren

2 magische Augen
als Aussteuerungs-
Anzeige



Digitalplayer



<https://www.hifiberry.com/forums/topic/raspberry-pi-b-digi-player/>

Mehr Röhren



<https://www.hifiberry.com/forums/topic/hifiberry-dac-in-tube-headphone-amp/>

Raspi Squeezebox



<https://www.youtube.com/watch?v=tN6ngN8lytw>

Raspberry Pi 1 oder 2?

- Raspberry Pi Modelle A+/B+ immer noch erhältlich
- Für viele Audio-Anwendungen ausreichende Leistung
- Für Kodi (ehemals XBMC) Raspberry Pi 2 empfehlenswert

384kHz?

- praktisch keine Musik mit 384kHz Samplerate verfügbar
- Linux ALSA sound subsystem ist heute auf 192kHz limitiert
- kein wirkliches Problem, aber Vorsicht bei Anbietern, die behaupten 384kHz DACs anzubieten

Power-over-Ethernet

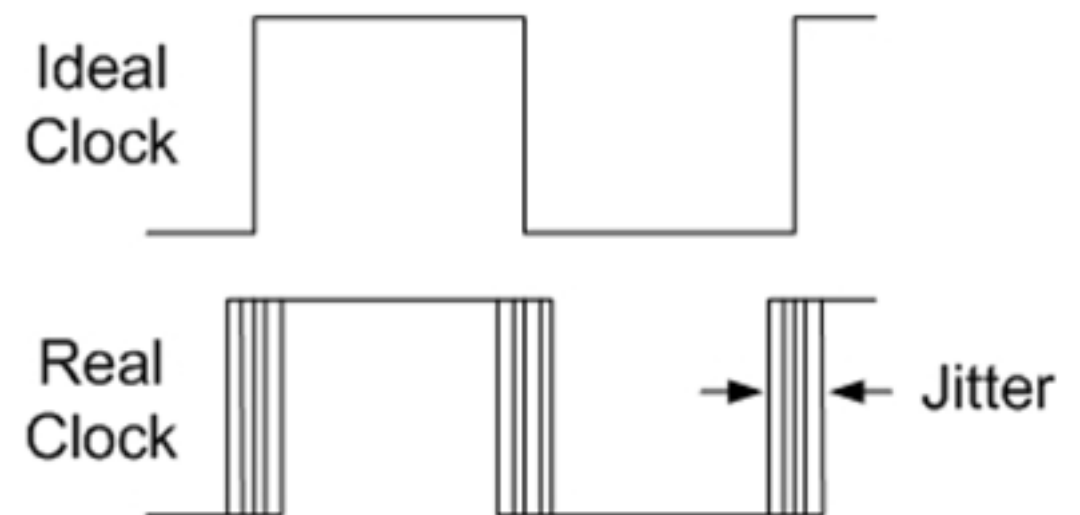
- kein integriertes PoE im Raspberry Pi
- Alternative: Zusatzbords für GPIO oder externe Splitter
- bei 5V max. 3W Ausgangsleistung pro Lautsprecher
- bei 12V ca. 10-15W Ausgangsleistung möglich

Equaliser

- ALSAeq ist ein ALSA plugin um beliebige Equalizereinstellungen zu realisieren
- geringe zusätzliche CPU Last
- integriert z.B. in Max2Play
- <https://www.hifiberry.com/2015/06/guide-using-alsaeq-to-add-a-software-based-equalizer/>

Clock jitter

- Der Raspberry Pi generiert die I2S Taktsignale aus seinem onboard-Taktgenerator
- Dieser ist nicht für übliche Audio-Sampleraten optimiert, daher recht hohe Jitter-Werte



Clock Jitter

- I.d.R. ist Jitter unkritisch, da die meisten DACs mittels PLL einen neuen Takt generieren, wodurch der Jitter-Anteil deutlich reduziert wird
- Hörbare Auswirkungen von Jitter nicht vollständig untersucht
- Für audiophile Anwendungen mit höchstem Anspruch besteht die Möglichkeit, einen externen Master-Takt zu nutzen

Weitere Tips

- für beste Tonqualität ungeschirmte (UTP) Ethernet-Kabel nutzen
- Anwender ohne UNIX-Erfahrung können durch Nutzung des HiFiBerry Installers das System konfigurieren, ohne Konfigurationsdateien anpassen zu müssen