

Einführung Audio Streaming

Eine neue Welt für meine Musik.

Abstract: Was ist hier beschrieben

Dieser Text ist (hoffentlich) geeignet, als Einführung ins Audio Streaming zu dienen: ‚For Dummies‘, sozusagen. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Ausführlichkeit; eine bloße Einführung halt und wiedergeben dessen, was ich davon bislang verstanden habe. Ich habe die Entwicklungen im Audio Hi-Fi Bereich in den letzten 15 Jahren verschlafen und jetzt, gegen Ende 2016, wird es Zeit, in diesem Umfeld wieder up-to-speed zu kommen und einen neuen Schritt zu tun.

Es sind hier die grundlegendsten Themen zum Streaming beschrieben - mit Hinweisen darauf, welche Geräte angeschafft/gebaut werden müssen, um herzhaft Musik streamen zu können. Die ganze Musiksammlung ist damit nur einen Fingertip vom Musikgenuss entfernt; ein Nirvana für couch potatoes.

Erste Versuche mit einem Raspberry Musikserver und einem Raspberry Network-Player sind beschrieben.

Die im Text erwähnten URL sind im Anhang in einer Tabelle gesammelt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Meine Musik: Eine Rückschau.....	1
2.	Musikqualität.....	2
3.	Meine Ohren.....	2
4.	UKW, DAB und die Zukunft des Musikgenusses.....	3
4.1	Ein Freund muss sterben.....	3
4.2	Katastrophe DAB+.....	3
5.	Literatur.....	3
6.	Wie kommt man zu guter Musik.....	4
7.	Meine Musik: Back to the Future.....	4
8.	Die Welt heute: reden wir über Streaming.....	4
9.	UPnP und Network Attached Storage.....	5
9.1	UPnP und NAS: Unterschiede.....	6
10.	DAC - das wichtigste Element.....	7
11.	Details bei UPnP.....	7
11.1	Der Media-Server.....	7
11.2	Der Media-Renderer.....	8
11.3	Der Control-Point.....	8
12.	Erste Schritte, Absicht.....	8
13.	Versuchsaufbau Streaming.....	8
13.1	Musik Server.....	8
13.2	Network Musik Player.....	10
13.3	Control Point, App 8Player.....	12
14.	Zusammenfassung und Ausblick.....	13
15.	Rippen und Co.....	15
15.1	Rippen von CD's.....	15
15.2	Digitalisieren von Vinyl.....	16
15.3	Metadaten und Grooming.....	16
15.3.1	Genre.....	17
15.3.2	Metadaten bei klassischer Musik.....	17
15.3.3	Regeln Metadata.....	18
15.4	Andere Programme für Verwaltung.....	19
15.5	Playlists.....	19
15.6	Musik im Filesystem.....	19
15.7	Backup der digitalen Musik.....	20
15.8	Synchronisieren der Musik-Library.....	20
16.	Anhang.....	21
16.1	Musik-Anbieter Streaming.....	21
16.2	Musikanbieter Kaufen.....	22
16.3	Power Supply für Musik-Player.....	22
16.4	Der Raspberry Pi.....	23

1. Meine Musik: Eine Rückschau

Bereits ab ca. 1985 besass ich einen portablen CD-Player und verwendete diesen sowohl unterwegs, als auch daheim an der Stereo-Anlage. Später, als ich auf MP3 Musikkomprimierung und portable MP3-Player aufmerksam wurde, begann ich meine CD's zu rippen und die Musik in MP3 umzuwandeln.

Zudem und parallel dazu zeichnete ich mit meinem **High-End Sony DAT** ES77 (Digitales Band-Aufnahmegerät) ab UKW Kabelempfang viele Apèro-Sendungen von SRF1 auf - Easy Listening Jazz. Das DAT Gerät digitalisierte die Musik mit 48 khz. Diese Musik wurde (via optische Verbindung) mittels einer High-End-Soudkarte (damals noch mit Windows PC) resampled und es entstanden WAV Dateien mit 16/44.1 khz

Im Jahre brachte 2001 Apple ein neues Gerät auf den Markt: ein portabler Musikplayer, dem Steven Levy ein ganzes Buch gewidmet hat: **The Perfect Thing**. Gemeint ist der [Apple iPod](#), ein Musikplayer der neuen Art. Er hat die Welt des Musikhörens revolutioniert und dank Steve Jobs Engagement wurde die Musikindustrie durchgeschüttelt. Es gab schon Jahre zuvor solche kleinen Geräte (zB. von iRiver) die aber den grossen Durchbruch nie schafften - das User-Interface war bei allen einfach zu unhandlich, die Displays damals zu klein. Wie es bei Apple üblich ist: das User Interface des iPod war und ist genial. Die Geschichte des iPod und die Revolution in der Musikindustrie ist im erwähnten Buch ausgebreitet.

Der Apple Event mit der Vorstellung des iPod auf YouTube:

[Apple iPod Ankündigung](#)



iPod Classic, 8. Generation mit 160 GB Harddisk



Sony High End DAT 77ES

Meine Musik wurde darauf auf einen Apple iPod verschoben. Meine (Legacy, also alte) Musiksammlung umfasst heute ca. 11'000 Titel (incl. >900 Hörbücher), die nur noch knapp Platz haben auf dem iPod Classic mit seinem 160GB Mini-Harddisk. Apple hat die Produktion dieses Geräts leider eingestellt - es hat jedoch Kultstatus erreicht und auf Ebay werden hohe Preise dafür verlangt und bezahlt. Und: mein Sony DAT 77ES läuft heute (2017) immer noch einwandfrei.

So hatte ich meine Musik immer bei mir: auf Reisen, Abends im Bett (Hörbücher) oder wo auch sonst. Für die Verwaltung der Musiksammlung und zur Synchronisation mit den iPod's benutzte ich iTunes auf dem Mac.

Meine, in den 90er Jahren erstandene, **Quad-Anlage** (Quad 66 Preamp, Tuner und Endverstärker Quad 606) mit Celestion-SL12a Lautsprechern wurde hauptsächlich für UKW Hören verwendet.

Aus folgendem Grund bezeichne ich meine bestehende Musiksammlung als ‚Legacy‘, also als **alt und teilweise unbrauchbar**: aus Unkenntnis bezüglich digitaler Musik habe ich früher die Musik in ungenügender Qualität gerippt (also zu hoch komprimiert), anfangs meist mit bloss 128 kb/s, später dann mit 160-196 kb/s. Die mehr als 800 Hörbücher sind mit 96-128 kb/s gerippt, das scheint mir genügend für Sprache. Erst vor ca. 3 Jahren begann ich, Mp3 mit 192 oder 224 kb/s zu erstellen.

2. Musikqualität

Auf einem portablen Gerät mit durchschnittlichen Kophörern oder im Auto gehört, mag mp3 mit 160 kb/s angehen - für daheim an der Stereo-Anlage ist dies **deutlich** zu wenig Qualität - zu viel der Feinheiten wurden bei der Komprimierung weggelassen. Eine solche Musik ist weit unter CD-Qualität. Um das Hör-Erlebnis angenehm zu halten, muss entweder überhaupt nicht komprimiert werden oder viel weniger.

Aber: für audiophile Menschen ist Komprimierung des Teufels; komprimieren heisst Verluste einhandeln. Sie sagen: beim in den USA berühmten Ruth Chris Steakhouse (da bin ich schon oft gewesen, gibt's in zahlreichen Städten) stehe auch:

‚Customers wishing to order their steaks well done are invited to dine elsewhere‘.

Die Verfechter von High-Res Audio streiten sich über DSD versus PCM, 24/192 versus 16/44 und ob WAV doch besser tönt als Flac. Die relevanten Foren sind voller Debatten über Qualität, welche Unterschiede zu hören sind und welche nicht - manchmal scheint dies ein Streit um des Kaisers Bart.

Warum ich viele meiner CD's (aber nicht alle) beim Rippen trotzdem komprimiere, dazu weiter unten. Was bestimmt auch noch die Qualität: Der Digital-Analog-Wandler im iPod Classic ist ok, aber sicher nicht so gut, wie ein Desktop DAC. Und klar ist: **Die ganze Sache mit dem Spielen von digitalisierter Musik steht und fällt mit der Qualität des eingesetzten DA-Wandlers**. Darum sind wirklich gute CD-Player sehr teuer, da muss alles stimmen: das Laufwerk selbst, die Lagerung, der DA-Wandler, die Stromversorgung.

Ich verwende den iPod unterwegs, im der Bahn, im Hotel, machmal für Hörbücher im Bett - in all diesen Umgebungen genügt mir die Qualität.

3. Meine Ohren

Ich kann nicht behaupten, dass ich ein wirklich audiophiler Typ - bin also **NICHT** seit jeher gewohnt und geübt, hochwertig Musik zu hören. Lautsprecher-Kabel für 1000 CHF pro Meter waren mir immer etwas suspekt. Meine hochwertige und damals sehr teure Quad-Anlage aus den 1990 Jahren ist immer noch gut genug für mich. Ich kann bei anspruchsvollen Vorführungen (in Hi-Fi Shops) den Unterschied von Musik ab CD und Musik ab Platte (gespielt mit sehr teurem Plattenspieler mit Tangential-Tonarm) nur knapp hören - oder bilde es mir wenigstens ein. Meine, schon älteren Ohren, fallen in der Empfindlichkeit ab 11'000 Hz schon sehr deutlich ab (wurde gemessen).

4. UKW, DAB und die Zukunft des Musikgenusses

4.1 Ein Freund muss sterben

Ich bin musikmässig vor allem ein UKW-Hörer und UKW wird aber wohl in ein paar Jahren sterben (man spricht, je nach Land, von 2019 bis 2023).

Für Nutzer von beispielsweise Swisscom-TV ist UKW bereits nicht mehr verfügbar. Also weg mit dem UKW-Tuner, gehört der Vergangenheit an.

Das ist die Zukunft, sie ist übel: Nutzer von beispielsweise Swisscom TV 2.0 können ihre UKW-Tuner wegwerfen - bei mir würden alle 3 Kompakt-Stereoanlagen im Haus sofort unbrauchbar werden (ausser für CD Play). Aus diesem Grund bleibe ich - in Zürich - möglichst lange bei ups cablecom - da habe ich UKW noch für ein Weilchen - höre meist Swiss Jazz Radio und Klassikradio DE. Ich möchte diese Sender nicht via Internetradio hören müssen (was natürlich neue Geräte bedingt und Internetradio liegt in der Qualität weit hinter UKW zurück). Natürlich liegt an der Quelle einer UKW-Rundfunk-Kette auch eine CD oder eine (hoffentlich) verlustfrei gerippte Kopie davon.

4.2 Katastrophe DAB+

DAB+ ist die neue, hochgelobte Zukunft - die Qualität ist aber **höchstens fürs Auto oder für die Küche genügend**, wo viele Störgeräusche vorhanden sind. Für eine Heimanlage ist dies unbrauchbar. Qualität entspricht oft bloss 128 kb/s MP3. Allerdings wird DAB+ überall hoch gelobt - vor allem von jenen, die von der leidigen Aufhebung von UKW profitieren wollen, resp. den Menschen den Wegfall schönreden wollen. Warum DAB+ sucks lässt man sich von diesem Herrn erklären, er sagt auch, warum UKW sterben muss (Money makes the world go round...).

[DAB+, what about it?](#)

Ähnlich tönt es in der Zeitschrift **Audio** (Ausgabe 5/2016) im Artikel DAB+ vs. UKW:

..es heisst, einer nicht so rosigen Realität ins Auge zu sehen. Eine Liste des Instituts für Rundfunktechnik (IRT) untermauert, was unser Hörvergleich zwischen DAB+ und UKW erbracht hat: es klaffen Welten zwischen Anspruch und Realität. Sendeanstalten wie SWR oder BR senden mit Datenraten von 72 - 120 kBits/s - und das ist nicht die Ausnahme, sondern die Regel. Entsprechend mager fallen die Hör-Ergebnisse aus. Das ist etwas dürftig für eine Technologie, die das Zeug dazu hätte, CD-Qualität aus dem Äther zu liefern.

Und das auch noch: Internetradio ist in der Qualität oft noch schlechter. Schaut man sich die Liste der >50'000 verfügbaren Stationen an, kommt man schnell drauf, dass 90% davon mit sehr niedriger Bitrate streamen (48-128 kb).

Was bleibt: eigene Musik (CD, Vinyl), High Res Musik kaufen oder High-Res Streaming, also Abonnent werden bei **Tidal**, **Qobuz** oder anderen Anbietern.

5. Literatur

Aus der riesigen Auswahl an Büchern über das Thema sind hier bloss 3 referenziert (siehe Links im Anhang), alle als Kindle E-Book erhältlich:

- File Based Audio von Hans Beekhuizen, guter Einstieg ins Thema
- Principles of Digital Audio - das Standardwerk von K. Pohlmann, nun in der 6. Auflage.
- The Complete Guide to High End Audio, Robert Harley

6. Wie kommt man zu guter Musik

Gut ist hier verstanden als die Qualität betreffend. Musik ist Geschmackssache, deshalb kann ich hier nur über die Qualität reden.

Wenn UKW wegfällt und DAB+ nicht in Frage kommt, gibt es für Musikliebhaber nur diese Varianten:

- Internet Radio: hierbei von Qualität zu reden ist schon fast waghalsig; von den >50'000 verfügbaren Stationen können nur wenige berücksichtigt werden. Es gibt Stationen mit 320 kb/s - immer noch eher **not good**, aber wesentlich besser wie DAB+.
- Streaming Dienste wie **Qobus** oder **Tidal**, die Musik in hoher Qualität anbieten. Es ist ein Abo zu lösen und es stehen riesige Anzahl von Titel zur Verfügung. Meist ist aber download nicht möglich, jedoch abhängig vom Typ des Abos. **Qobus** ist für Klassik-Fans zu empfehlen.
- Hochqualitative Musik kaufen (download) bei (beispielweise) hdtracks.com.

7. Meine Musik: Back to the Future

Aufgrund der früher gemachten Fehlern muss ich also meine CD-Sammlung neu rippen; Play it again Sam. Alle Klassik und Jazz, sowie meine Female-Voices Collection werde ich **verlustfrei** im Format Flac rippen. Alle anderen CD's (Country, Oldies, Rock, usw) werde ich im Format AAC (Advanced Audio Codec) mit 256 kb/s rippen. AAC ist der jüngere und raffiniertere Bruder von MP3. Den Metadaten werde ich besondere Beachtung schenken und auch alle Alben mit CD-Cover versehen.

Zum Thema Rippen und Metadaten siehe Kapitel Digitalisierung der Musik weiter hinten.

Möchte ich in Zukunft weitere Musik anschaffen, so werde ich:

- ab und zu in Brockenhäusern nach CD's suchen und diese verlustlos rippen (Flac).
- Kunde werden bei High-Res Musik-Download-Firmen. Dort wird Qualität weit über CD-Qualität angeboten, die Auswahl ist gross, sowohl der Firmen wie auch der angebotenen Musik.
- Eventuell Kunde werden bei High End Streaming Diensten wie Qobuz, Spotify oder Tidal.

8. Die Welt heute: reden wir über Streaming

Schon seit vielen Jahren gibt es neue Arten der Speicherung und Verteilung von Musik (im trauten Heim). Wer einen Computer sein eigen nennt, hat oft auch ein **Network Attached Storage** Module (NAS) angeschlossen. Dies sind einfach gesagt externe Festplatten, die via das lokale LAN von verschiedenen Benutzern (Familie) erreichbar sind. Wichtig ist dabei: auf vielen dieser NAS existiert Software, sog. **Musik-Server-Software**. Zudem bieten auch alle High-End Komponenten-Hersteller dedizierte Musik-Server an.

Ein **Musik Server** hat die Aufgabe, die bei ihm gespeicherte, digitalisierte Musik über das LAN den im Netz vorhandenen **Musik-Klienten** zur Verfügung zu stellen. Diese Klienten werden **Media Player** oder **Media-Renderer** genannt. Sie sind entweder stand-alone oder in einen Verstärker integriert.

Man spricht in diesem Fall von **Streaming**; ein Streamer oder ein Network Audio Player sind Geräte, welche die Musik übers LAN vom Server beziehen und sie mittels eines **Digital-Analog-Wandlers** (DAC) umwandeln und an einen externen oder internen Verstärker weiterleiten.

Seit Napster, Spotify, Tidal und Qobuz gibt es auch im Internet **Streaming-Dienste**, bei denen hoch-qualitative Musik bezogen werden kann - normalerweise mit Abo. Meist ist dabei download ausgeschlossen. Siehe kleine Liste im Anhang.

Aber es gibt im Internet auch viele Anbieter, welche digitale Musik in hoher Qualität (wesentlich besser

als CD-Qualität) **zum Kauf anbieten** - kaufen und downloaden ist hier die Devise. Siehe kleine Liste im Anhang.

Im Buch ‚The Complete Guide To High-End Audio‘ von Robert Harley steht folgendes:

A music server not only allows you to explore your music collection in a new and rewarding way, it has also the potential of delivering better sound than is available from CD's. Music read from a hard disk drive can sound better than when read from an optical disk... The caveat: the DAC and its cabling must be of the highest standard...‘

Natürlich wird diese Behauptung ausreichend begründet - Interessierte kaufen sich das Buch bei Amazon (Kindle Version, also elektronisches Buch, ca. 21 Euro).

[Buch bei Amazon](#)

Auf der Website der HiFi-Werkstatt hoer-wege.de sind folgenden Überlegungen zu lesen:

Interessant ist in 2017 weiterhin die Frage, „ob“ und wie lange sich die CD noch halten wird. Für 2016 wird zwar wie in 2015 mit etwa 60.000.000 verkaufter CDs gerechnet, trotzdem scheint es im Hifi-Markt immer deutlicher Richtung „Streaming“ zu gehen, auch wenn das derzeit wohl (noch) eher als zusätzliches Angebot genutzt wird. Mit dem Streaming-Dienst TIDAL gibt es seit Kurzem den ersten Anbieter, der „MQA“ codierte Musik „liefert“, also höhere Auflösungen als auf der CD, aktuell können 24 Bit/96 kHz Aufnahmen abgerufen werden. Derzeit wird zur De-Kodierung nach PCM noch eine Applikation auf dem Laptop/PC benötigt, aber dies wird sich sicher alsbald ändern. Einer meiner Kunden hat es bereits ausprobiert, und war ziemlich beeindruckt. Sein Fazit: Wenn er richtig „gut“ hören will, nimmt er seinen Plattenspieler, ansonsten reicht TIDAL völlig. Bei den AURALIC Geräten beispielsweise ist die Integration von TIDAL soweit, dass der Hörer nicht mehr merkt, wo die gerade spielende Musik eigentlich herkommt, vom eigenen NAS oder aus dem Internet.

Wer da weiterhin mühsam seine eigenen CDs „rippt“ und passend „taggt“, sowie diese anschließend 3-fach sichert, ist also wohl schon bald ziemlich „blöd“. Nicht nur wegen dem hohen Zeitaufwand, das Sichern über 20 Jahre und mehr verursacht auch noch einiges an Kosten. Damit werden wohl die CD-Verkäufe in absehbarer Zeit deutlich zurück gehen. Am „Ende“ (in 10 oder 15 Jahren) wird es möglicherweise wie bei der Einführung der CD sein: Die ersten Kunden waren Klassik-Hörer, und diese werden wahrscheinlich auch die letzten Kunden sein. Denn beim Streaming ist die Auswahl an Klassik eingeschränkt, ältere Aufnahmen dürften eher selten sein, und das richtige „Taggen“ von Klassik-Alben ist eine Kunst für sich. Deshalb können wir nur weiterhin verkünden: Kaufen Sie sich einen hochwertigen CD-Spieler oder CD-Laufwerk, solange es noch „richtige“, reine CD-Spieler gibt !!

Zusammenfassend kann man sagen, dass ein **Musik-Server** eine zukunftsorientierte Lösung darstellt. Wie weiter hinten gezeigt wird, kann ein solcher Server für CHF 200 leicht im Eigenbau erstellt werden. Dies stellt eine gute Einstiegslösung dar. Echte Klassikfans mit vielen CD's sollten sich die Anschaffung eines High-End CD-Players überlegen (solange es die noch zu kaufen gibt) - und keinen Player unter 2000 CHF kaufen.

9. UPnP und Network Attached Storage

Für Streaming sind schon vor langer Zeit Standards gesetzt worden für die Kommunikation zwischen Musik-Servern und Musik-Playern (allg. auch Media-Server, Media-Player oder Renderer genannt) sowie den dazugehörigen Steuerungs-Komponenten.

Viele Quellen sind sehr undeutlich in der Unterscheidung der vorhandenen/benutzten/notwendigen Funktionalität dieser Komponenten. Auch das sonst gute Buch ‚File Based Audio‘ (siehe Links im Anhang) bleibt in diesem Punkt undeutlich.

- **UPnP**: Universal Plug and Play und die eingeschränktere Version **DLNA** sind clevere Entwicklungen, Wiki sagt: UPnP dient zur herstellerübergreifenden Ansteuerung von Geräten (Audio-Geräte, Router, Drucker, Haussteuerungen) über ein IP-basiertes Netzwerk, mit oder ohne zentrale Kontrol-

le durch ein Residential Gateway. Es basiert auf einer Reihe von standardisierten Netzwerkprotokollen und Datenformaten.

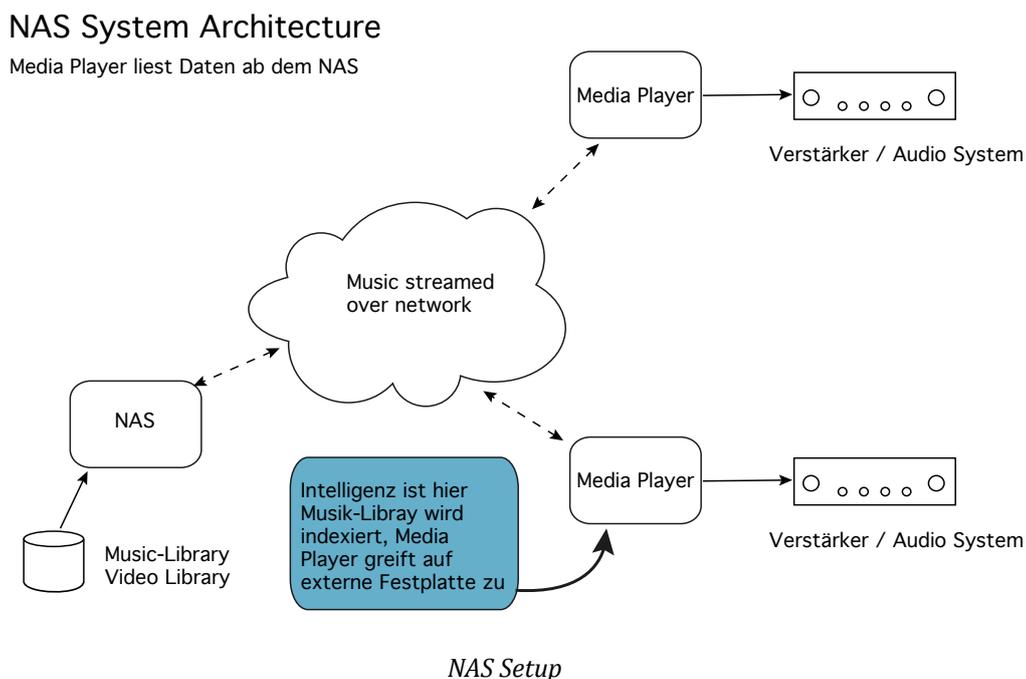
UPnP wurde ursprünglich von der Firma Microsoft eingeführt; heute spezifiziert das UPnP-Forum den UPnP-Standard und zertifiziert Geräte, die dem Standard entsprechen.

- NAS, Network Attached Storage ermöglicht, unabhängige Speicherkapazität in einem Rechnernetz bereitzustellen - also den Zugriff auf entfernte Speicher zu erlauben. Ein NAS-Gerät im lokalen LAN ist also einfach ein extern angeschlossener Harddisk (der im Keller oder sonstwo steht). Hat vorerst mal nix zu tun mit Audio.

Siehe auch [The Complete Guide to HiFi UPnP / DLNA Network Audio](#)

9.1 UPnP und NAS: Unterschiede

Die folgenden Diagramme sollen den subtilen Unterschied deutlich machen. **Gemeinsam** ist beiden Modellen, dass die Musik/Videos **zentral** gespeichert ist: entweder auf dem entfernten Harddisk (NAS) oder auf dem Disk des Musikservers. Unterschiedlich ist bloss die Steuerung und ob die Daten per Push (UPnP) oder per Pull (NAS) zum Media-Player kommen.

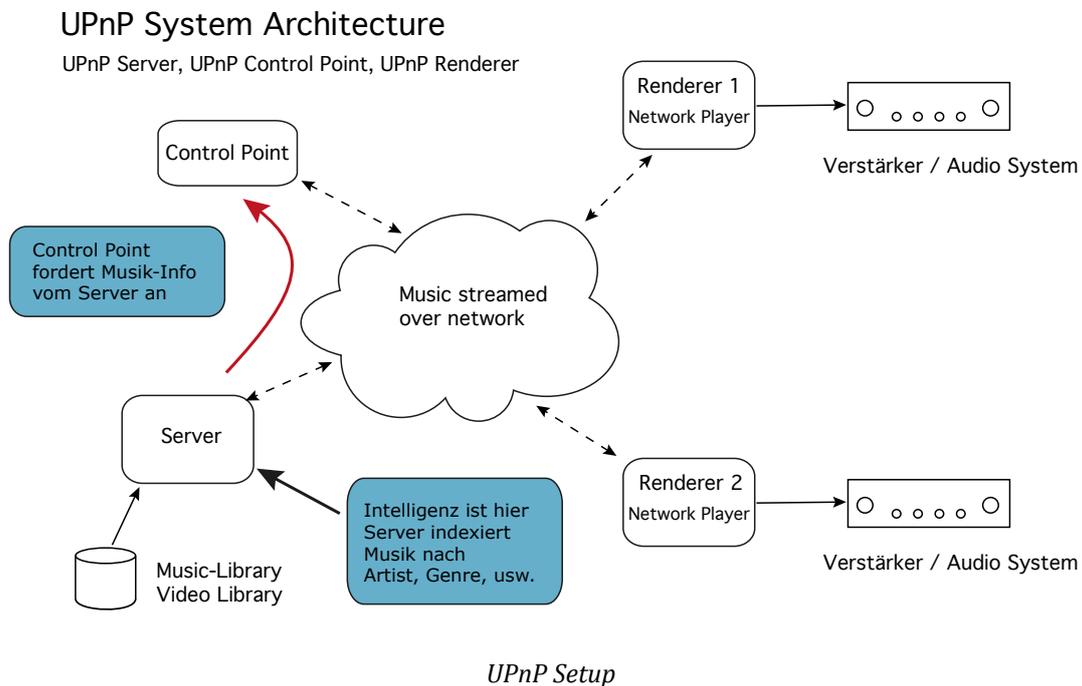


Beim Aufbau mit NAS sitzt die **Intelligenz im Media-Player**: er liest die Musik/Video-Dateien des entfernten Speichers, indiziert diese, liest die Metadaten und stellt Musikauswahl nach Artist, Genre, Album, ect. auf einem User-Interface zur Verfügung. Beispiele auf Raspberry sind: Volumio, RunAudio. User Interface (Control Point) ist in beiden Fällen ein Web-Interface, das von einem Browser im lokalen Netz bedient wird.

UPnP spielt in diesem Szenario keine Rolle - obwohl (und das ist anfangs verwirrend) sowohl Volumio und RunAudio ebenfalls UPnP-fähig sind.

Ein UPnP-Aufbau sieht sehr ähnlich aus, die **Intelligenz liegt aber hauptsächlich auf der Seite des Media-Servers**. Er, der Server, indiziert die Media-Dateien, er extrahiert auch die Metadaten der Musikstücke. Diese Listen stellt er auf Wunsch zur Verfügung - meist natürlich dem Control Point, dessen Funktion in diesem Fall oft durch eine **App auf einem mobilen Device** wahrgenommen wird.

Wichtig: der Control Point sagt den Server, zu welchem Media-Player er die Musik streamen soll. Der Media-Player ist ein blosser Empfänger - er ist natürlich mit einem Verstärker und dieser mit Lautsprechern verbunden



10. DAC - das wichtigste Element

In jedem Network Audio Player (Media-Player, Renderer) befindet sich der Digital Analog Converter (DAC) - dieses Element wandelt die vom Server empfangene digitale Information in analoge Signale um - damit wir die Musik auch wieder hören können. **Der DAC ist das entscheidende Element in der ganzen Kette** - dahin fließt der grösste Teil des Geldes, welches man ausgibt, resp. ausgeben sollte.

Natürlich ist auch die Digitalisierung von Musik sehr wichtig. Bei CD's ist die Musik ja schon digital vorhanden, Digitalisierung von Schallplatten ist anspruchsvoll: gute Geräte kosten leicht >5000 CHF. Siehe Kapitel Digitalisierung.

11. Details bei UPnP

Das UPnP Modell kennt drei Bausteine: der Media-Server, den Media-Renderer und den Control-Point.

11.1 Der Media-Server

Der Server verwaltet die Medien-Objekte (Musik, Videos) und bietet eine Reihe von Diensten an. Wichtig ist hier der Content Directory Service (CDS) - dieser erlaubt es einem Control-Point, die Medien des Servers in Verzeichnis-Form zu durchsuchen. Items sind über Metadaten wie Artist, Genre, Composer, etc. beschrieben. Control-Points können Items über das CDS suchen. Ein weiterer Service ist der Connection-Manager - er dient dazu, festzustellen, welche Geräte mit dem Media-Server verbunden sind. Für den Server gibt es günstige und teure Geräte - dieses Gerät bestimmt NICHT unbedingt die Qualität der Musik: sie ist ja schon digital vorhanden, es wird einfach über's Netz gesendet, was auf dem HD ist - dies ist aber vereinfacht gesagt. Viele handelsübliche NAS (Synology, Netgear, QNap) verfügen UPnP Software. Diese Geräte können (neben der NAS-Funktionalität) also auch als UPnP Server dienen

11.2 Der Media-Renderer

Der Renderer oder Musik-Player empfängt die Musikdaten und schickt sie durch den DAC, hier gibt es auf dem Markt alles von 200 bis 10'000 CHF. High-End Marken sind NAIM und Linn. Es gibt Network Audio Complettanlagen (mit Verstärker) und Network Audio Geräte, die an einen vorhandenen Verstärker angeschlossen werden können. Es gibt auch Geräte, die UKW und DAB+ empfangen können. Ebenfalls anzustreben sind Streaming-Services wie Qobuz und Tidal - beide bieten Hi-Res Streaming in CD Qualität. Bei Tidal kostet das Abo 28 CHF/Monat. Es stehen 40 Mio Titel zur Verfügung (aus der Werbung).

Das Gerät, welches das Rendering übernimmt, sollte als hochwertig sein.

11.3 Der Control-Point

Er kontrolliert und steuert die anderen Komponenten - er kommuniziert mit dem Server und dem Renderer. Für den Transport der multimedialen Dateien wird ein Transfer-Protokoll festgelegt, das nicht in UPnP festgelegt ist. Da alles im lokalen Netz sichtbar ist, ist der Control-Point meist eine App auf einem mobilen Device, da kann man Stücke (auf dem Server) suchen, Playlists machen, Lautstärke einstellen und mehr. Siehe Foto 3/4. Im Hobbybereich kommen auch Web-Interfaces zur Anwendung, die bloss einen Browser benötigen.

Auf meinem iPad und iPhone kommt die App **8Player** zum Einsatz. Jeder Hersteller von High-End Komponenten bietet seine eigene App an - meist liegen die Unterschiede bloss im User Interface.

12. Erste Schritte, Absicht

Stand Anfangs 2017: Bevor ich tief in den Geldbeutel greife (was wohl nötig ist für eine neue Welt), habe ich auf Basis des Raspberry Pi's einen Versuchsaufbau erstellt: Musikserver und Renderer/Media-Player sind derzeit im Bau/Betrieb. Es wurden dafür je ein Raspberry Pi verwendet.

Daneben habe ich meine CD Sammlung erneut gerippt, bislang (Stand Juni 2019) sind bereits ca. 1280 Alben gerippt worden (>16'000 Titel). Strategie:

- ca. 50% sind gerippt im Format AAC mit 256 kb/s, alle Alben mit korrekten Metadaten incl. Cover.
- Die oft gehörten Lieblings-CD's und alle Klassik- und Jazz-CD's wurden im **lossless Format Flac** gerippt. Das korrekte Setzen der Metadaten bei Klassik-CD's ist aufwendig: Composer, Orchestra, Artist sind oft auf einer CD unterschiedlich.

13. Versuchsaufbau Streaming

13.1 Musik Server

Der selbstgebaute Versuchs-Musik-Server besteht aus einem Einplatten-Computer Raspberry Pi Model 3, der ca. 45 CHF kostet. Der Server ist mit kurzem LAN-Kabel direkt am Router angeschlossen. Die Musik ist gespeichert auf einem 250 GB SSD, angeschlossen via USB. Der Pi läuft sog. headless, also ohne Display und Tastatur.

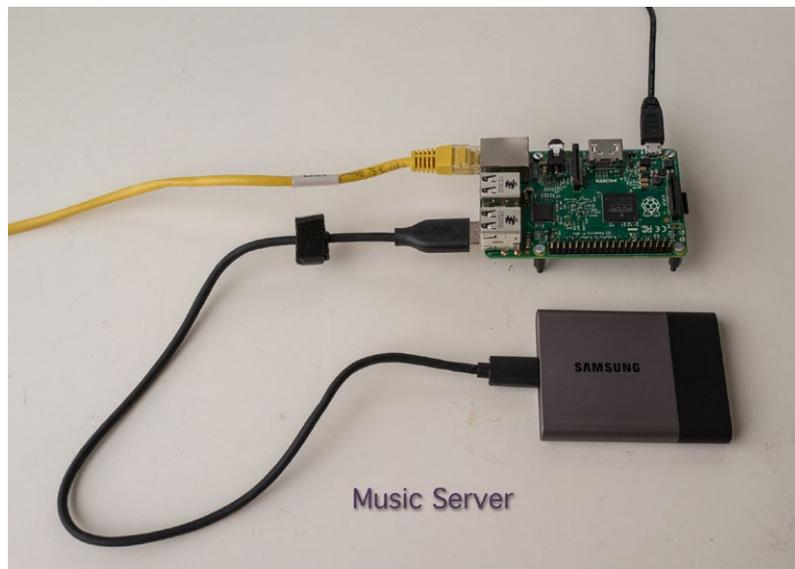
Nach kurzer Umschau über die für den Pi verfügbare Musik-Server Software habe ich mich für die Software **minimserver** entschlossen. Details siehe deren [Website](#).

Das kleine Gerät - siehe Bild - wird angeschlossen an 5 Volt Powersupply (max. 1 Amp) und mit LAN-Kabel an den Router. Das ist alles auf der Serverseite. Kosten incl. SSD ca. 210 CHF. Das OS des Pi incl. dem installierten minimserver sind auf einer Micro-SD-Karte gespeichert. Der Server ist ausserdem mit dem selbstentwickelten **iSwitchPi** (Intelligent Power Switch for Pi) ausgerüstet - damit kann er mit einfachem Tastendruck hoch- und runtergefahren werden - dies ist aber bloss nice-to-have und eingesetzt,

weil selbstentwickelt. Der Server läuft zuverlässig, Stromverbrauch im Betrieb ca. 400 mA bei 5 Volt, also Leistungsaufnahme max. 2 Watt.

Projektbeschreibung des Intelligent Power Switch for Pi siehe hier [Projekt](#). **Merke: es braucht nicht zwingend einen iSwitchPi, ein nackter Raspberry Modell 3 reicht völlig aus**, um einen Musik-Server zu bauen.

- Raspberry, Model 3, Quadcore
- OS: Pi OS , [siehe hier](#)
- USB Portable SSD Samsung T5, 500 GB
- Musik-Server Software: minimserver
- Samba - der SSD-Drive am Raspi soll zudem als NAS verfügbar sein (für Synch der Musik-Library).



Einfacher Musikserver mit Raspberry Pi 2, Musik auf 550 GB SSD



Raspberry Musikserver in Gehäuse



Musikserver, Innenleben (mit iSwitchPi stacked auf dem Pi)

13.2 Network Musik Player

Mein Versuchs-Musik-Player (Renderer) besteht ebenfalls aus einem Raspberry Pi (Modell 3 mit eingebautem WLAN) und einem [iQAudio](#) Digital-Analog Wandler draufgesteckt. Versuche ergaben, dass der Player auch via WLAN tadellos funktioniert. Audio-Output (Cinch) ist für den Test an einen alten Denon Verstärker angeschlossen. Zudem noch 5Volt Stromversorgung ab hochwertigem linearem Netzteil - dazu mehr weiter hinten. Für den Raspberry Pi sind im Handel verschiedene aufsteckbare DAC erhältlich. Wichtig dabei ist, dass das Teil eine eigene, quarzbasierte Clock erzeugt. Diese Aufsteckkarten sind verhältnismässig günstig, 40-60 CHF - also etwa soviel, wie der Raspberry Pi selbst kostet. Nach Versuchen habe ich mich für das Produkt DAC Pro von IQAUDIO entschlossen - möglich wäre auch das Schweizer Produkt von [HiFiberry](#). Die Website und der [YouTube Channel](#) von [Hans Beekhuyzen](#) gibt hier gute Info.

Die im Raspberry Pi verwendete Volumio-Software (gratis) kann auch Webradio spielen, Qualität dabei so la la, aber >20'000 Stations. DAB und Hi-Def Streaming nicht möglich mit diesem setup. Versuchs-DAC kostet bloss 40 CHF.

Zum Thema Stromversorgung des Musik-Players **siehe Anhang**, da muss man etwas aufpassen.

Die Kompakt-Stereoanlage [Revon Supersystem](#) im Wohnzimmer dient ebenfalls als Musik-Player.

Als Control Point verwendet ich die geniale App **8Player** auf iPad/iPhone. In der App kann ich auswählen, wo (auf welchem Renderer) die gewünschten Titel gespielt werden sollen.

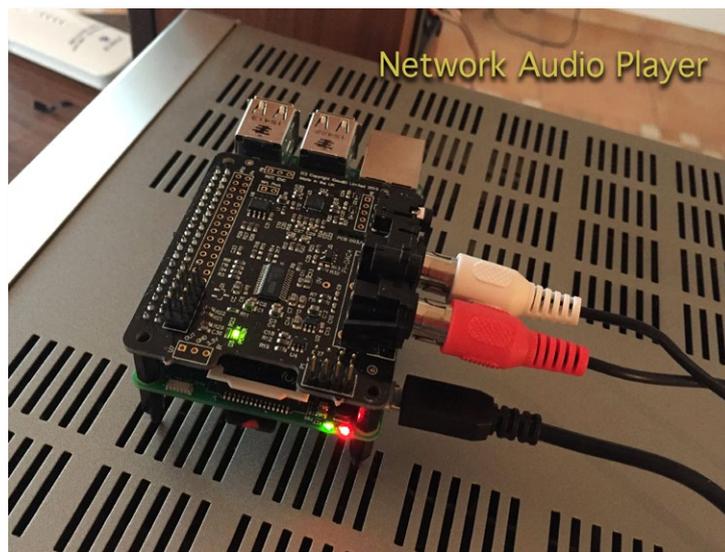
Der Versuchsaufbau gibt schon beeindruckende Resultate: Auf dem Sofa sitzen, Titel auf dem iPad auswählen, da ev. auch Playlist zusammenstellen, Lautstärke einstellen und zurücklehnen. Nix mehr mit zum Schrank laufen, in den CD's kramen, einlegen....

Die verwendete Software auf dem Raspberry Pi Model 3 heisst Volumio, siehe [hier](#).

Volumio kann auf zwei Arten betrieben werden:

- Als Media-Player mit Intelligenz (wie oben dargestellt): Volumio liest die auf dem NAS-Server (der andere Raspberry) gespeicherte Musik, indexiert und stellt am eigenen Volumio Web-Interface die Musiksammlung zur Verfügung nach Artist, Title, Album, usw. Wird ein Stück gewählt, wird die Datei vom NAS-Server gelesen (PULL) und gerendert (gespielt via DAC).
- Als UPnP Media Renderer: In diesem Fall kennt Volumio keinen Netzwerk-Drive (es darf auch keiner gemountet sein): der Musikserver sendet die Musik an den vom Control Point gewählten

Renderer (PUSH). Das Volumio Web-Interface wird in dieser Betriebsart nicht genutzt.

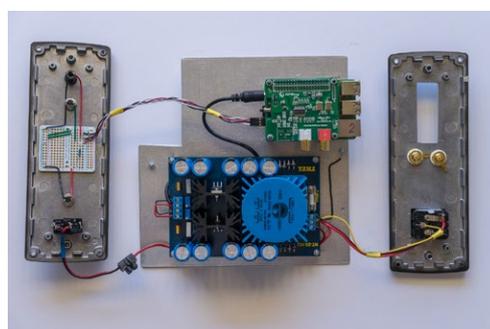


Renderer 1: Raspberry Netzwerk Musik Player, an Denon Verstärker

Nachdem dieser Versuchsaufbau des Raspberry-Renderers mehrere Monate zufriedenstellend in Betrieb war, wurde dem Aufbau ein Gehäuse verpasst und der Network-Player präsentiert sich so:



Raspberry Netzwerk Musik Player in Metallgehäuse



Innenleben des Raspberry Netzwerk Musik Players mit High End Netzteil



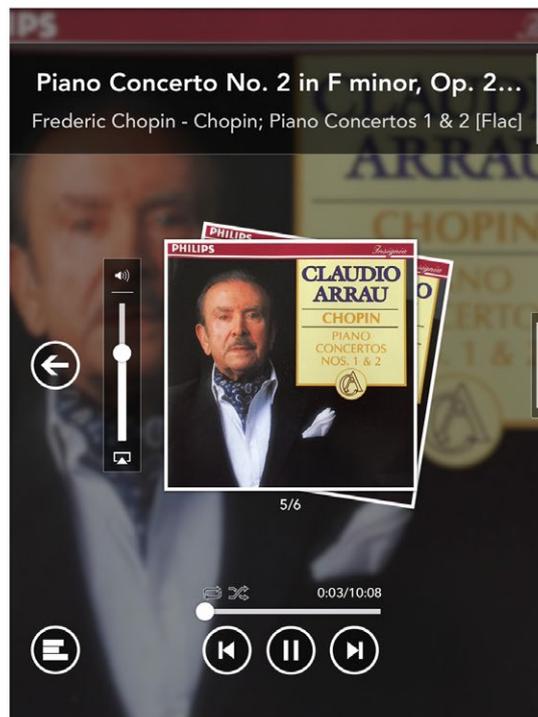
Weiterer Netzwerk Player: Revo Supersystem

13.3 Control Point, App 8Player

Auf dem iPad verende ich die geniale App **8Player** (8 CHF im AppStore von Apple). Die App erlaubt, die zu spielende Musik auszuwählen und den gewünschten Media-Player (den Renderer) zu wählen - falls mehrere im lokalen Netz verfügbar sind. Das iPad selbst ist ein solcher Media-Player. Hier ein paar Screen-Shots ab dem iPad. Es seien hier nur wenige der möglichen Einstiegspfade zur gewünschten Musik dargestellt.



Links: Top-Level Mitte: Composer-Auswahl Rechts: Auswahl Alben mit Composer Chopin



Links: Auswahl Chopin von Arrau gespielt Mitte: Rechts: Spielen Klavierkonzert Nr. 2

Die App bietet eine Fülle von Auswahl-Möglichkeiten für die Musik. Playlists können mit der App ebenfalls erstellt werden. Dies alles basiert auf den Metadaten, die in den Musikdateien gespeichert sind - incl. Coverbild. Siehe dazu auch Kapitel Metadaten im Anhang.

14. Zusammenfassung und Ausblick

Dies war meine Konklusion Ende 2017:

Es ist erstaunlich, wie wenig Aufwand nötig ist (finanziell und Zeit), um einen gut funktionierenden Media-Server zu bauen und in Betrieb zu nehmen - einige Erfahrung mit Raspberry Pi vorausgesetzt.

Mit laufendem Server (im lokalen Netz) kann die Evaluation eines geeigneten Geräts für den Musik-Player in Angriff genommen werden. Da werden Entscheide wohl hauptsächlich von der Dicke des Geldbeutels abhängen.

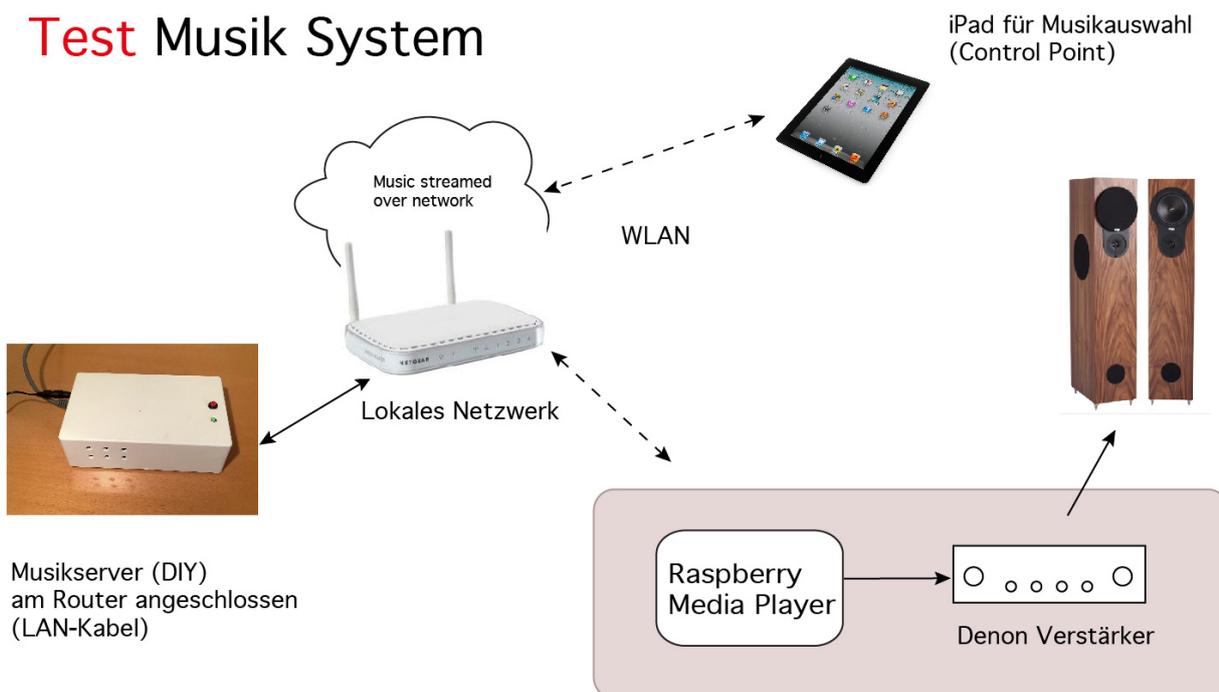
Sowohl Server wie auch Renderer auf Basis Raspberry Pi laufen stabil. Kosten bislang <350 CHF (davon 130 CHF für 250 GB SSD und 110 CHF für High-End Netzteil).

Im Test Musik-System ist der Raspberry Media-Player an einen älteren Denon-Verstärker angeschlossen, dieser wiederum bedient die Lautsprecher [Rega RX-3](#).



Lautsprecher Rega RX-3

Folgendes Schema zeigt den Aufbau meines **Test-Musik-Systems** in 2017. Der Raspberry Media-Player (Renderer) wurde in 2018 durch einen modernen Netzwerkplayer ersetzt.



Test Musik System (2017, Proof of concept)

Netzwerk-Player: Der Markt bietet hier zahlreiche Geräte; von Einzel-Komponenten bis zu All-In-One Geräten ist alles in allen Preislagen zu haben. Im August 2017 beschaffte ich ein **High-End All-in-One Gerät** der englische HiFi-Schmiede NAIM.

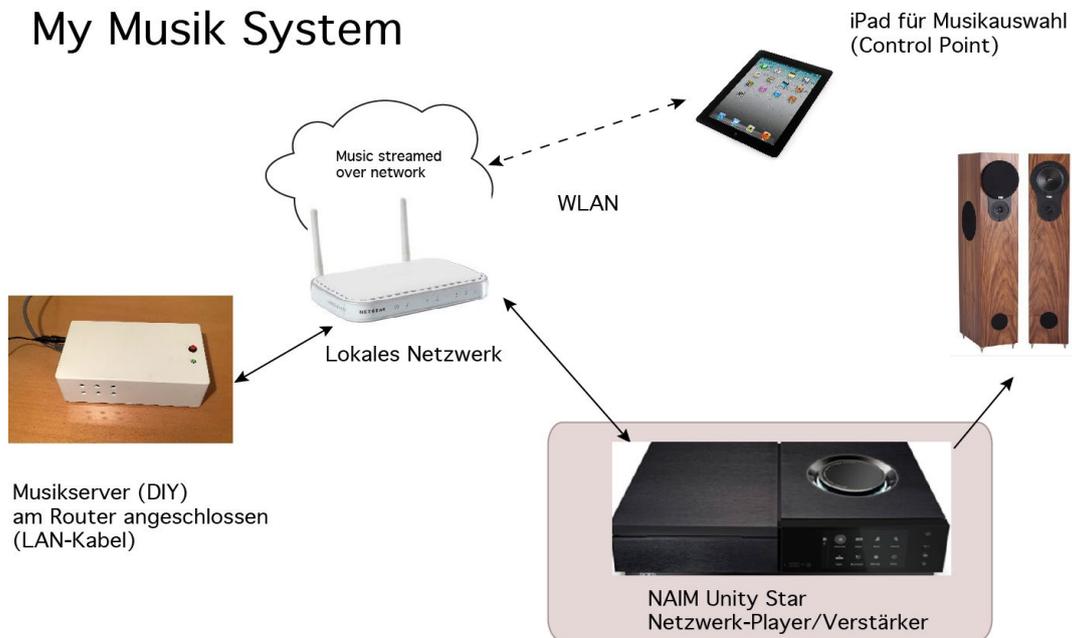
[Webseite NAIM](#)

Naim Unity Star



Folgendes Schema zeigt mein produktives System.

My Musik System



Mein aktuelles Musik System (ab 2018)

15. Rippen und Co.

15.1 Rippen von CD's

Auf normalen Audio-CD ist die Musik bereits digitalisiert, gemäss dem CD-Standard im PCM Format: Abtastrate 44100 Hz mit 16 Bit Auflösung, will heissen, es können 2^{16} oder 65'536 Lautstärke-Stufen gespeichert werden. Dies entspricht 96 dB Dynamikumfang. Diese Werte waren zur Zeit der CD-Designs Ende der 1970 Jahren elektronisch möglich. Analog waren/sind 120dB möglich - eine CD enthält also Musik immer suboptimal - audiophile Musikhörer beklagen dies seit der Einführung der CD.

Aus diesem Grunde wurde in den 1990 Jahren die Super-Audio-CD (SACD) entwickelt: Auf der SACD

liegt das Audiomaterial im Direct-Stream-Digital-(DSD-) Format vor. Dieses unterscheidet sich von der PCM-Technik der Audio-CD. Für das Direct-Stream-Digital-Format kommt die sogenannte Delta-Sigma-Modulation zum Einsatz. Die Wortbreite des digitalisierten Audiosignals beträgt hier lediglich 1 Bit, allerdings bei einer Abtastrate von 2,8224 MHz (64×44,1 kHz).

Allerdings muss man sagen: heute wäre dieselbe Qualität auch mit PCM zu realisieren bei 24 bit bei 176,4 kHz Sampling Frequenz.

Rippen einer CD (nicht SACD) ist einfach: ein gutes Programm wählen (sollte Accurate Rip-fähig sein) und los. Resultierende AudioDateien können verlustbehaftet oder verlustfrei sein - bei heutigen Speicherpreisen wird oft verlustfrei gespeichert (Format Flac oder Apple Lossless ALAC). MP3 ist ein betagter Standard, AAC ist moderner und - so sagen viele - bringt bessere Resultate (kein Wunder: Apple hat die Methode erfunden). AAC steht aber nicht für Apple Audio Codec (wie viele meinen), sondern für **Advanced Audio Codec**. 320kb/s in MP3 entspricht qualitätsmässig in etwa AAC 256 kb/s.

Ich rippe auf dem Mac mit dem Programm [dBPoweramp](#).

Note:

iTunes kann Musik im Format Flac **NICHT** spielen - Apple hat Flac nie anerkannt, hat eigenen verlustlosen Codec **ALAC**.

15.2 Digitalisieren von Vinyl

Schallplatten zu digitalisieren ist etwas aufwendiger, da ja die der CD überlegene Qualität berücksichtigt werden muss. Es gibt auf dem Markt gute und teure AD-Converter, welche die Musik hochwertig konvertieren. Für mich ist dies jedoch kein Thema, nix Vinyl vorhanden.

15.3 Metadaten und Grooming

Jede App (auch iTunes) basiert für die Ordnung der Musik-Library auf den sog. Metadaten: Informationen über einen Musiktitel. Definiert sind eine Fülle von Metadaten und alle Rip-Software wird versuchen, diese Daten zu einer CD und aller Titel aus Datenbanken im Internet zu holen und in den gerippten Dateien zu speichern. Die Musik-Server lesen diese Metadaten aus den Musikdateien und bieten sie dem Benutzer via Control-Point an. Allerdings: der Unterhalt der Metadaten kann bei einer grossen Musik-Sammlung viel Arbeit in Anspruch nehmen - aber ohne gute Metadaten ist das Finden von Titeln schwierig bis unmöglich. **Die Metadaten sind die Grundlage jeder Musiksammlung.** Wie in diesem [Text](#) überzeugend ausgeführt wird, sollten die Metadaten den Anforderungen gemäss der drei C's genügen: **correctness, completeness, consistency.**

Und: das korrekte Setzen der Metadaten ist bei klassischer Musik recht schwierig, man kann sich da die Zähne ausbeissen. Siehe weiter unten.

Beim Rippen sollte man die von Programm im Internet geholten Metadaten genau prüfen und wenn nötig korrigieren.

Die Erfahrung zeigt: erst wenn die Musik auf dem Server liegt, kann die Qualität der Metadaten richtig beurteilt werden: erst beim Streaming und beim Browsen in der Sammlung kommt ans Licht, dass z.B. Chopin zweimal in der Liste der Composer auftaucht: als Fryderyc und als Frédéric. Zu diesem Zeitpunkt kann die Qualitätskontrolle der Metadaten aktiv werden. Dies ist ein ongoing Prozess, weil im Laufe der Zeit immer wieder neue Unstimmigkeiten auftauchen.

Sehr oft müssen also die Metadaten nach dem Rippen überprüft/ergänzt/geändert werden. Dies wird als ‚Metadaten-Grooming‘ bezeichnet, also Pflege der Metadaten. Hier darf kein Aufwand gescheut werden: Ohne vollständige Metadaten kommt keine Freude an der Musiksammlung auf. Das ist hier ebenso wahr wie bei Adobe Lightroom und der Fotosammlung. Beispielsweise werden die passenden Cover nicht immer im Netz gefunden - dann mache ich ein Foto mit dem iPhone und ergänze alle Titel der faglichen CD mit dem Cover. Dazu verwende ich auf dem Mac zwei Programme

- Metadatics, allgemein
- Qoobar für klassische Musik

15.3.1 Genre

Speziell zu erwähnen ist das Metadaten-Feld GENRE. Hier sollte man sich nicht abhängig machen von den in Metadaten-Datenbanken vorgegebenen Wertebereichen. Ich habe schon seit > 20 Jahren ca. 20-25 Werte für dieses Feld definiert und teile jeder gerippten Musik einen dieser Werte zu. Speziell bei klassischer Musik muss man sich hier selbst organisieren.

Hier ein Ausschnitt aus meiner Genre Liste:

```
...
Blues
Country
Folk
Mundart
Classical
Classical, Piano
Classical, Opera
Classical, Symphony
Classical, Harfe
Female voice
Acapella
New Age
Easy Listening
Gospel
Jazz
Rock
Pop
Chanson
Latin
...
usw.
```

Empfehlung: sich auf maximal 20-25 Genres beschränken. Nur dies wird später beim Suchen der Musik Sinn ergeben. Eine zu kleine Granularität bei den Genres macht das Suchen nur schwierig.

Das Programm dBpoweramp benutzt für das Auswahl-Feld Genre eine Dropdown-List, welche bei Programmstart aus einer Datei genre.txt eingelesen wird. Ich habe diese Datei angepasst mit meiner Werteliste für Genre. Pfad der Datei auf meinem Mac:

```
/Users/peter/Library/dBpoweramp/genres.txt
```

15.3.2 Metadaten bei klassischer Musik

Die Beschreibung klassischer Musik passt im allg. nicht in das einfache Schema Artist/Album/Titel, welches für Pop,Rock, Blues usw. durchaus genügend ist. Bei Klassik muss beispielsweise Conductor, Orchestra, Composer, Work, Solist, usw. ebenfalls festgehalten werden. Auch ist eine Suche nach einem bestimmten Stück/Werk meist mehrdimensional. Aus diesem Grunde ist iTunes nicht gut geeignet für die Verwaltung einer Klassik-Sammlung - dazu gibt es im Web genügend Klagen und Hinweise. Hier [Link](#) zu jemandem, der das trotzdem versucht.

Welche Raffinesse beim Taggen anzuwenden ist, hängt nicht zuletzt von der Funktionalität des Players ab. Ein moderner DLNA-Controlpoint ist im allg. funktional besser dran, als iTunes oder ähnliche Player.

Hier Links zu 3 Forenbeiträgen, die sich mit dem Thema befassen:

[Forum-Diskussion 1](#)

[Forum-Dikussion 2](#)

Forum-Diskussion 3

Man erkennt in den Diskussionen, dass das Feld ARTIST oft mit den Namen des Komponisten befüllt wird - dies ist natürlich ein Hack für jene mit funktional ungenügenden Playern.

Zudem zeigt sich, dass die beim Rippen im Internet abgerufenen Metadaten oft unpassend oder zumindest ungenügend, sogar auch falsch sind - zB. ist eben der Komponist sehr oft im Feld ARTIST abgelegt. Aus diesem Grunde verwende ich für Klassik das empfehlenswerte Programm [Qoobar](#), welches speziell für das Setzen der Metadaten bei klassischer Musik entwickelt wurde.

Das Thema Metadaten bei Klassik ist überall im Web zu finden und es gibt gute Ansätze. Fertige Kochrezepte gibt es aber nicht - hier ist eigenes Denken gefragt. Sehr ausführliche Behandlung des Themas findet sich auch auf dieser [Website](#).

Gute Hintergrund-Information für das Taggen von klassischer Musik findet man auch im Artikel [The Zen of Classical Music Tagging \(Part1 and 2\)](#).

Note

Das Feld COMPOSER lösche ich in allen Dateien, welche NICHT klassische Musik sind. Dadurch wird die Suche nach Klassik wesentlich übersichtlicher. Dies ist persönliche Einstellung: ich bin nicht interessiert an der Composer-Info bei Pop, Rock, Blues, usw.

Vorläufig verzichte ich (bei klassischer Musik) auf die Verwendung des Felds WORK (also Werk).

15.3.3 Regeln Metadata

Folgende Vorgehensweise hat sich bei mir bewährt:

- 3 Programme werden verwendet: dBpoweramp, Metadatics und Qoobar.
- Beim Rippen mit Programm dBpoweramp die von den Datenbanken geholte Information genau prüfen und wenn nötig korrigieren/verbessern. Feld GENRE auf einen der persönlich definierten Werte setzen oder ev. persönliche Liste ergänzen. Fehlende/falsche Cover fotografieren mit Smartphone und einfügen. Falls im Format Flac gerippt wird, das Feld ALBUMTITEL ergänzen mit [Flac].
- Pop, Rock, Blues rippe ich meist mit AAC 256kbs. Klassische Musik rippe ich im Format Flac, ebenso Lieblings-CD's und Female Voices.
- Nach dem Rippen Feld COMPOSER ev. updaten mit Programm Qoobar. Bei Pop, Blues, Rock, usw. dieses Feld leer setzen, bei Klassik ev. Schreibweise der/der Composers anpassen auf den persönlich definierten Wert (Beispiel: Chopin schreibe ich immer als Frederic Chopin).
- Modifizieren der Dateinamen: bei allen gippten Musikdateien entferne ich mit einem rekursiven Applescript (Automator) folgende Zeichen in den Filenamen: Apostroph (') und Anführungszeichen ("). Grund: gewisse UNIX Shell Kommandos stören sich daran (resp. I am not up to speed in this departement).
- Es gibt Klassik-CD (Zusammenstellungen), welche Musik von verschiedenen Komponisten enthält, ev. auch gespielt von verschiedenen Orchestern. Bei diesen CD sind die einzelnen Titel mit dem passenden COMPOSER/CONDUCTOR/ORCHESTRA zu versehen mit Programm metadatics.
- Bei Alben, welche Titel von verschiedenen Artists haben (Collections) sicherstellen, dass das Feld ALBUMARTIST leer ist.
- Vor dem Transfer der Musikdateien zum Musikserver löschen aller versteckten Dateien mit dem Namen .DS_Store (sind Dateien, die der Mac-Finder speichert). Dazu Terminal öffnen bei Musikordner und folgendes Kommando eingeben: `find . -name ,.DS_Store' -type f -delete`

- Musik auf den Musikserver hochladen (Anleitung siehe weiter hinten) und Sammlung mit der App 8Player (Control-Point) sorgfältig absuchen und Fehler notieren. Speziell achten auf mehrfache Schreibweisen von Artist, Composer usw.
- Mein Rip-Standard ist Format AAC 256 kb/s, es gibt aber viele Ausnahmen, siehe weiter oben. Falls Qualität eines Albums vom Standard abweicht (Beispiel Legacy Rip), füge ich die Qualität an den Albumtitel an (Beispiel [mp3/224] oder [Flac]). Grund: Nicht alle Control-Point-Apps zeigen die Qualität. So weiss ich bei Abspielen immer, in welcher Qualität die Musik vorliegt.
- Verbessern der Metadaten mit dem Programm metadatics. Fehlende Cover einfügen für ganze Alben.
- Parameter der Server-Software minimserver ev. anpassen.
- Verwendung des Programms minimwatch auf dem Mac - zur Fernsteuerung des Musik-Servers.

15.4 Andere Programme für Verwaltung

Neben den genannten Programmen (dBpoweramp, Metadatics, Qoobar), sind folgende Programme ebenfalls geeignet, grössere Musiksammlungen zu verwalten, resp. deren Metadaten auf den neuesten Stand zu bringen:

- BLISS, dieses Programm läuft als Service im Hintergrund und bearbeitet die Metadaten und/oder die Dateinamen gemäss bestimmter Regeln. Genial daran ist, dass diese Regeln regular expressions sein können. [Link](#).
- MUSICHI, eine Programm-Suite, die leider nur auf Windows läuft, nicht getestet, aber offenbar guter Funktionsumfang. [Link](#).

15.5 Playlists

Dieses Thema ist ebenfalls nicht einfach abzuhandeln. Playlists können im allg. bei Musikserver gespeichert sein - dann ist aber deren Erstellung nicht ganz einfach. Die meisten iPad/iPhone Apps (Control-Points) erlauben das Erstellen von Playlists - aber diese sind dann auf dem verwendeten Gerät gespeichert, also lokal beim Control Point. Diese Beschränkung kann auch Nachteile haben.

Ich erstelle Playlists auf dem Mac mit dem Programm VLC im Format .m3u. Danach modifiziere ich den absoluten Pfad aller Einträge mit einem Texteditor (BBedit) so, dass er für meinen Musikserver-Setup passt. Die Software minimserver stellt diese Playlists dem Control-Point zur Verfügung. Damit sind die Playlists auf dem Server und nicht beim Controlpoint gespeichert.

15.6 Musik im Filesystem

Wie die Musikdateien im Filesystem, also auf dem Speichermedium (HD/SSD), abgelegt und organisiert werden, ist für die Musikauswahl am Controlpoint nicht sehr entscheidend. Dies ist vergleichbar mit der Fotosammlung, die mit Adobe Lightroom verwaltet wird: Suchen/Finden basiert auf den Metadaten und nicht auf den physischen Speicherorten. Ich verwende deshalb eine einfache Struktur im Dateisystem:

Hauptordner Musik/Ordner Artist/ Ordner Album/Titel

Auch hier gibt es gewisse Probleme mit klassischer Musik, da diese - wie bereits erwähnt - nicht in das einfache Schema Artist-Album-Titel passt. Aber nochmals: weil der physische Speicherort nicht entscheidend ist, ist das Problem nicht gravierend.

15.7 Backup der digitalen Musik

Alle meine Daten (die Musik und auch die >70'000 Fotos und all die anderen Daten) sind bei mir gemäss der bekannten 3 2 1 Backup-Strategie [3-fach](#) vorhanden:

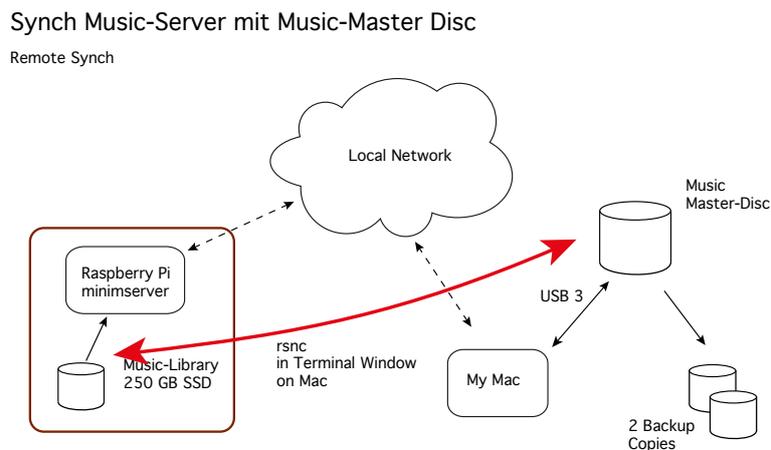
- Master (Working Set)
- erste Kopie
- zweite Kopie.
- Musikdaten sind zudem ebenfalls auf dem SSD des Musik-Servers.

Bemerkung dazu: die zweite Kopie ist immer [ausser Haus](#) gelagert.

15.8 Synchronisieren der Musik-Library

Nach dem Rippen mehrerer CD auf dem Mac werden die Musikdateien auf den Music-Master-Disc übertragen - dieser ist via USB 3 lokal am Mac angeschlossen. Von diesem Disk existieren 2 Kopien, eine davon ist immer ausser Haus gelagert.

Ab und zu muss der Musik-Server (der entfernt in der Nähe des Routers steht) mit der neuen Musik updated werden. Dieses Synching geschieht remote via LAN mit dem command **rsync**.



Uebersicht: Synchronisation der Musik-Library

Das Vorgehen ist simple:

- Mounten des Musik-Server-Disk auf dem Mac (NAS) - damit ist der Musik-Folder des Servers sichtbar. Der Musik-Ordner auf dem Disk des Musikservers heisst Musik - identisch dem Ordner auf dem lokalen Disk am Mac. Es wird also der Ordner Musik synchronisiert.
- Oeffnen eines Terminal-Fensters auf dem Mac und ausführen des folgenden Kommandos (Lokale Musiksammlung liegt bei mir auf /volumes/mmedia1_ora/Musik).

```
#/usr/bin/rsync -r --delete --update --8-bit-output --progress /volumes/mmedia1_ora/Musik /volumes/NAS/
#
echo „sync done...“
```

Danach den Musikserver neu booten.

16. Anhang

Folgende Quellen dienen dem Einstieg ins Thema - aber there is much much more....

Quelle, Buch	URL
Principles of Digital Audio - das Standardwerk	Principles of Digital Audio
Website und Youtube-Channel von Hans Beekhuyzen, gute Information über DAC und Raspberry DAC. Empfehlenswert: Sein Buch ‚File Based Audio‘.	Hans Beekhuyzen, Website YouTube Buch bei Amazon Buch im iBook Store
The Complete Guide To High-End Audio, Robert Harley	Buch bei Amazon
PC-Welt, Artilerik zu Streaming, lesenswert	PC-Welt URL
hoer-wege, deutsche Firma mit Selbstbau-Komponenten im High-End Bereich	hoer-wege
Gute Einführung zu Computer Audio (english)	Well-tempered computer
High-Res Audio, hörbar oder nicht, Abhandlung	High-Res Audio
High-Res Audio Download, Artikel	High-Res-download
Ankündigung Apple iPod 2001	Apple YouTube
Delta Sigma Modulation, Wikipedia	Delta-Sigma
Volumio Player Software für Raspberry	Volumio
Music-Server Software minimserver	minimserver
Lineare Powersupply Selbstbau	Powersupply
Rip-Software (Mac und PC) dbpoweramp	dbpoweramp
Info zu DAB+	DAB auf YouTube
HiFiBerry, Schweizer Firma für Raspberry DAC	HiFiBerry
iOS App 8player	App 8Player für iOS
Metadatics App für Mac	Metadatics
Metadaten für Klassik	Pain of Ripping
Metadaten für Klassik 2	Stan the Classic Man
Metadaten Klassik for iTunes	iTunes und Klassik
The Zen of Classical Music Tagging	Classical Music Tagging
Qoobar, Utility for Tagging Classical Music	Website
Bliss, Sehr gutes Programm zum Bewirtschaften von grossen Musik-Sammlungen, server-basiert mit Web-GUI	https://www.blisshq.com
Musichi, Programm-Suite für Musik-Sammlungen, Windows only.	http://www.musichi.eu
3 2 1 Backup Strategie	Backup

16.1 Musik-Anbieter Streaming

Hier einige Anbieter:

Tidal, High Res Streaming	http://tidal.com
---------------------------	---

Spotify, High Res Streaming	https://www.spotify.com/ch-de/
-----------------------------	---

16.2 Musikanbieter Kaufen

HIGHRESAUDIO	https://www.highresaudio.com/de
Linn Records	http://www.linnrecords.com
Blue Coast Records	http://bluecoastrecords.com
Bandcamp	https://bandcamp.com
Gute Klassische Auswahl	http://www.eclassical.com
Chandos	https://www.chandos.net

16.3 Power Supply für Musik-Player

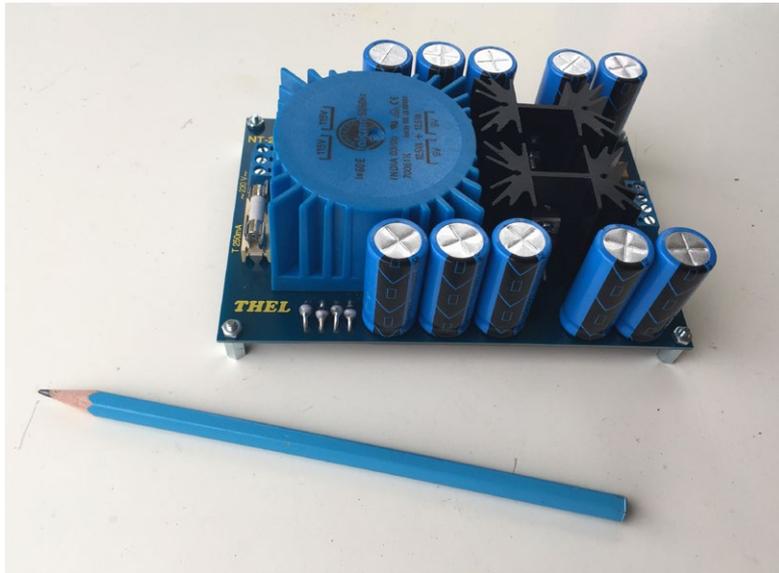
An die Spannungsversorgung des Network Players, dh. für den darin befindlichen DAC, werden hohe Anforderungen gestellt. Es gibt ja zwei grundverschiedene Arten, ein Netzteil zu bauen. Siehe auch dieses [YouTube Video](#).

- Switching Power Supply, nur kleine Transformer nötig, dadurch kleine Bauweise möglich, in PC's verwendet, Ladegeräte für Phones, etc. Erzeugen Gleichspannung mit erheblichem Noise, für Audio Anwendungen weniger geeignet.
- Linear Power Supply, mit Transformer, Gleichrichter und all das Zeugs. Damit ist hochwertige, dh. noisefree Gleichspannung möglich.

Die Hersteller von hochwertigen Network Audio Playern stecken viel Aufwand in den Design der Netzteile: bei NAIM sind die Netzteile getrennt von den Audio/DAC Komponenten. Möglichst jeder Einfluss von Störfeldern auf die Audio-Stromkreise soll vermieden werden. Ebenso wird der Clock - die möglichst gleichmässigen Pulse, die ein DA-Wandler braucht - höchste Aufmerksamkeit geschenkt. Die Qualität der Clock-Pulse bestimmt den Jitter des resultierenden Audio-Signals. Deshalb sind gute DAC recht teuer.

Aus diesem Grunde verwende ich für den Raspberry Renderer ein gutes lineares Netzteil (5 Volt Gleichspannung). Bezugsquelle hier [The Audioworld](#).

Wie Hans Beekhuizen in diesem [Video](#) darlegt, kann ein High-End Netzteil auch bei einem günstigen, ja billigen DAC (so wie ich ihn momentan habe) sehr viel mehr an Audioqualität bringen.



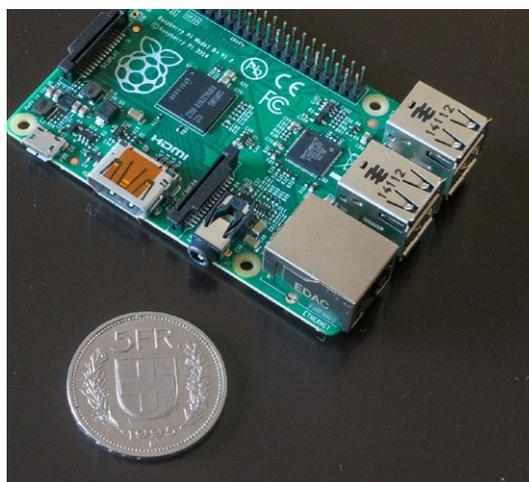
Lineares Netzteil 5 Volt 12 Watt

16.4 Der Raspberry Pi

Der Raspberry Pi (genannt Pi) ist ein kreditkarten-kleiner und preisgünstiger (45 CHF) Linux Computer der sich seit seiner Einführung vor bald 8 Jahren grosser Beliebtheit erfreut und der bereits mehrere Millionen Mal verkauft wurde. Im Internet finden sich unzählige Projektbeschreibungen; alles Mögliche und Unmögliche wird mit diesem Micro-Computer gebaut. Der Initiator Eben Upton ist Engländer und in folgendem Video auf YouTube erklärt die Geschichte des Pi.

[Eben Upton on YouTube](#)

Der Pi hat 4 USB-Anschlüsse, einen Lan-Anschluss, ein HDMI-Anschluss für Monitor und einen Audio-Video-Ausgang. Ebenfalls auf dem Board ist ein Anschluss für die Pi-Camera - eine HD-fähige Kleinst-Camera für Fotos und Video. Was den Pi auszeichnet, ist die 40-polige Steckerleiste. Viele dieser Anschlüsse sind General Purpose Input/Output Pins, welche in Programmen angesteuert/gelesen werden können. Es gibt in der Zwischenzeit vielfältige Expansion Boards von unzähligen Anbietern. Der neueste Pi Modell 3 konsumiert bloss 2 Watt Leistung: 5V und 400mA Strom.



Der Raspberry Pi Model B+ (älteres Modell)

Peter K. Boxler, Februar 2017
updated Mitte 2020