



iTunes & Computer Audio ontrafeld

Augustus 2011

Wat is computer audio?

Simpel gesteld is Computer Audio het afspelen van digitale muziekbestanden vanaf een computer of een ander systeem dat gebaseerd is op een harde schijf. Computer Audio kan zo eenvoudig zijn als het afspelen van digitale muziekbestanden op een draagbare speler als een iPod, iPad of een smartphone zoals de iPhone. Maar het kan ook op een veel hoger niveau met een home-entertainment systeem waarin een hoogwaardige digitaal-analoog omzetter (DAC) is opgenomen. Maar bovenal is computer audio een eco-systeem waarbinnen alle technologie in harmonie samenwerkt om onze gezamenlijke muziekbeleving te verrijken. Of je nu een tiener bent die naar de nieuwste hippe band wil luisteren of juist een veertiger die zich virtueel wil laten transporteren naar het verleden, computer audio is de toegang naar een haast ongelimiteerde hoeveelheid hoogwaardige muziek.

In deze nieuwe wereld van computer gebaseerde audio is het zo dat een 256kbps MP3-gecodeerd digitaal muziekbestand beter kan klinken dan een middelmatige LP, een lossless opgenomen 16-bit/44.1kHz muziekbestand beter kan klinken dan de cd waarvan hij geript is, en dat een hoge resolutie 24-bit/88.2kHz muziekbestand even goed of zelfs beter kan klinken dan hoogwaardige weergave vanaf vinyl, en dat zonder de nadelen van het afspelen vanaf LP. Maar let op: er staat erg vaak kan in de vorige regel! In deze nieuwe wereld van iPods, computers en harde schijven gelden nog steeds veel van de bekende regels die gelden voor alle hifi toepassingen om een maximaal resultaat te behalen. Topkwaliteit audio is mogelijk in de wereld van digitale muziekbestanden, maar het is niet vanzelfsprekend. Net zoals het afstellen van de naaldhoek bij een draaitafel essentieel is voor het beste resultaat is er ook kennis van zaken nodig om hardware en software in een computer audio systeem optimaal af te stellen.

AudioQuest's iTunes & Computer Audio ontrafeld is een gids die ontworpen is om je te helpen bij de overgang van cd-weergave naar weergave van digitale muziekbestanden vanaf een harde schijf. Een gids om de computer waarop die digitale muziekbestanden zich bevinden en je muziekinstallatie waarover ze afgespeeld gaan worden met elkaar te laten communiceren. Onderweg zullen we je op een eenvoudige manier uitleggen hoe je het beste resultaat en het hoogste gebruiksgemak kunt halen uit de muziek die op je harde schijf staat. In deze gids zullen we een aantal mythes omtrent computer audio ontrafelen en je leren hoe je het beste bestanden kunt verkrijgen, rippen en opslaan door gebruik te maken van iTunes, 's werelds meest gebruikte programma om digitale muziekbestanden te beheren.

We geven links naar handleidingen om iTunes optimaal te installeren op een Mac of Windows PC. Maar we geven ook enkele tips en technieken om het beste uit je iTunes te halen. Computer Audio is er voor iedere muzikliefhebber en voor ieder budget.

De huidige staat van Computer Audio



Zoals Apple laat zien met iTunes hoeft Computer Audio helemaal niet moeilijk of ingewikkeld te zijn, of je nu een Windows PC of een Mac gebruikt. En hoewel de nieuwste en modernste versies van Mac OS en Windows de nodige verbeteringen bieden op het gebied van audioweergave is alles wat je nodig hebt voor Computer Audio een computer waarop minimaal Mac OSX 9 of Windows XP is geïnstalleerd. Om je digitale muziekbibliotheek op een eenvoudige manier naar je home entertainment systeem te leiden heb je enkel een HDMI kabel, een optische digitale kabel of een analoge mini-jack naar stereo cinchplug nodig. Maar je kunt ook gebruik maken van een op je home entertainment systeem aangesloten set-top box waar je de digitale bestanden uit je muziekbibliotheek naartoe 'streamt'. De Apple TV en Roku zijn daar goede voorbeelden van: slechts een HDMI kabel is voldoende om je op weg te helpen. Maar de eerste stap is om te bepalen hoe je de computer aan je audio-systeem wil gaan koppelen.

-  **Analoog:** Alle moderne computers zijn uitgerust met een ingebouwde geluidskaart en een analoge 3,5mm hoofdtelefoon-uitgang. Deze uitgang kan gebruikt worden om een hoofdtelefoon aan te sluiten, maar ook om een versterker of een paar actieve luidsprekers aan de computer te koppelen. Deze manier van aansluiten laat je gebruik maken van de in de computer aanwezige digitaal naar analoog omzetter (DAC). Maar de DAC in de computer is vaak van inferieure kwaliteit. De aanschaf van een betere geluidskaart met stereo-cinch aansluitingen is een manier om de geluidskwaliteit te verbeteren.
-  **S/PDIF:** (Sony/Philips Digital InterFace.) De S/PDIF aansluiting is sinds de jaren '90 van de vorige eeuw de standaard geworden voor digitale signaaloverdracht binnen de consumentenelektronica. S/PDIF uitgangen zijn er in optische (Toslink) en coaxiale versies, en ieder moderne DAC, av-receiver of surround processor beschikt wel over een dergelijke aansluiting. Op een Mac computer dubbelt de hoofdtelefoonuitgang als een optische digitale uitgang, maar daarvoor heb je wel een speciaal kabeltje voor nodig. In alle andere gevallen kan een pc voorzien worden van een geluidskaart met S/PDIF uitgang. Ook zijn er apparaten op de markt die het signaal van een USB-uitgang om kunnen zetten naar S/PDIF, waardoor alle computers gebruikt kunnen worden als bron voor consumentenelektronica met S/PDIF aansluiting. De S/PDIF kabel kent maar één richting (uni-directioneel) waarin de verschillende soorten digitale bestandsformaten getransporteerd kunnen worden. Ook het ongecomprimeerde 16-bit/44.1kHz PCM signaal waarmee cd's gecodeerd worden kan over S/PDIF verzonden worden. S/PDIF heeft geen vastgestelde data snel-

heid en is daarom geschikt om hoge-resolutie muziekbestanden tot 24bit/192kHz te transporteren. Bij een S/PDIF signaaloverdracht wordt de klokfrequentie uit het digitale audio datapakket gehaald middels een PLL (Phase-Locked Loop) receiver, waarbij er jitter (tijdsfouten) kan ontstaan. Maar er bestaan een aantal ingenieuze systemen die jitter kunnen corrigeren. De geluidskwaliteit kan echt hoogwaardig zijn. Met S/PDIF kunnen kabellengtes tot 20 meter betrouwbaar ingezet worden

- 

HDMI/mini display port: Omdat HDMI ondertussen binnen de consumentenelektronica de standaard voor digitale digitale signaaloverdracht is geworden kiezen steeds meer fabrikanten ervoor om hun apparatuur uit te rusten met deze aansluiting. Met HDMI is signaaloverdracht in twee richtingen mogelijk (bi-directioneel). Indien een HDMI-apparaat geschikt is voor digitale audio-overdracht, dan moet de HDMI ingang minimaal een stereo-PCM signaal ondersteunen. Maar ook HDMI is gevoelig voor jitter, wat hoogwaardige weergave van muziek in de weg staat. Andere audio-bestandsformaten zijn binnen de specificaties van HDMI optioneel. HDMI heeft de capaciteit om tot 8 kanalen ongecomprimeerde audio met een resolutie tot 24-bit/192kHz te ondersteunen. HDMI ondersteunt ook gecomprimeerde audioformaten als Dolby Digital en DTS, en zelfs tot 8 kanalen DSD-audio (het bestandsformaat voor Super Audio CD). HDMI versie 1.3 en versie 1.4 ondersteunen daarnaast verliesvrij gecomprimeerde audioformaten als Dolby True HD en DTS-HD Master Audio, die beide tot 7.1 kanalen in hoge resolutie weer kunnen geven.
- 

USB: USB staat voor Universal Serial Bus. Alle moderne Mac en Windows computers hebben één of meerdere USB-poorten aan boord en beschikken over alle benodigde drivers. Zoals de naam al aangeeft is USB een echte universele open standaard geworden. Met als gevolg een nog steeds groeiend aantal fabrikanten en apparaten die gebruik maken van de USB standaard. USB.org heeft een aantal standaards gedefinieerd die fabrikanten in staat stellen om de USB technologie volledig open te benaderen. Met USB is signaaloverdracht in twee richtingen mogelijk (bi-directioneel) en is door de keuze tussen a-synchrone en adaptieve signaaloverdracht uitermate geschikt voor het transport van audiosignalen. Op de verschillen tussen a-synchrone en adaptieve signaaloverdracht komen we later in deze gids nog terug. De lengte van een USB kabel is gelimiteerd tot 5 meter, tenzij er een repeater of een actieve USB-naar-Ethernet adapter wordt gebruikt.
- 

FireWire: FireWire is ook wel bekend als IEEE1394 en is ontwikkeld als een snelle seriële bus waarover grote hoeveelheden data in snelheden tot 800Mbps verstuurd kunnen worden. Voor het afspelen van digitale muziekbestanden biedt FireWire veel potentieel. Ook deze standaard kan namelijk data a-synchroon of adaptief transporteren. Alhoewel alle met een FireWire connector

uitgeruste apparatuur beschikt over de benodigde drivers om de computer te laten communiceren en data te transporteren náár en ván een externe FireWire harde schijf, zijn er voor FireWire apparaten zoals DAC's nog aparte drivers nodig. Er bestaan namelijk geen universele drivers voor FireWire randapparatuur binnen het Mac OSX of Windows besturingssystemen. FireWire biedt bi-directionele signaaloverdracht en de lengte van de kabels is gelimiteerd tot 5 meter.



Audio over Ethernet: AoE is speciaal ontwikkeld voor hoogwaardige muziekweergave met een lage latency (tijdsverschil tussen schrijven en lezen) en heeft veel te bieden op het vlak van lage jitter en hoge geluidskwaliteit. Er zijn

een paar verschillende, en helaas niet uitwisselbare, protocollen voor AoE. Door gebruik te maken van CAT-5 kabel kan ieder protocol zo'n 64 kanalen in een frequentie tot 48kHz transporteren. Sommige protocollen kunnen datastromen verwerken met een sample-frequentie van 192kHz en een bitdiepte van 32-bit, al gaat dat ten koste van het maximale aantal kanalen. Een ethernetverbinding biedt betrouwbaar data-transport over maximaal 100 meter. Er zijn vele uitstekende apparaten op de markt die gebruik maken van AoE om bestanden tussen een computer of NAS (Network Attached Storage) harde schijf en een digitaal audio-apparaat of een home entertainment systeem te transporteren. Denk daarbij aan Sonos, Meridian-Sooloos, Linn, Naim en Squeezebox (om maar een paar populaire merken te noemen). Audio over ethernet kan geweldig klinken, maar sommige merken vereisen specifieke producten om het geheel met elkaar te kunnen laten communiceren, waardoor er toch weer een soort 'gesloten systeem' ontstaat. En hoewel dit de prestaties absoluut niet beperkt is het wel iets om rekening mee te houden bij de aanschaf van een dergelijk systeem. Houd er ook rekening mee dat de iTunes interface het niet toestaat om muziek over ethernet naar niet-Apple apparaten te sturen, al kunnen sommige merken - zoals Sonos - wel de root-directory op de harde schijf met daarin de iTunes muziekbestanden benaderen.



Wi-Fi Streaming: Zoals de naam al aangeeft zijn er bij Wi-Fi (wireless fidelity) geen kabels nodig om digitale muziekbestanden tussen computers en home entertainment apparatuur te transporteren. De Sonos en Squeezebox apparaten zijn populaire voorbeelden van een dergelijk systeem. Wel zijn er een paar beperkingen op het gebied van audio-kwaliteit en bestandsgrootte. Wi-Fi kan daarentegen wel ontzettend handig zijn. Door gebruik te maken van Apple Airplay kun je digitale muziekbestanden zelfs rechtstreeks vanuit iTunes naar Airplay gecertificeerde apparaten sturen (voorbeelden hiervan zijn de nieuwe receivers van De-

non en Marantz, en de Bowers & Wilkins Zeppelin Air). Dit betekent dat je alle bestanden in je iTunes bibliotheek op eenvoudige wijze via Wi-Fi naar ieder Airplay apparaat in huis kunt zenden. Apple verkoopt ook eenvoudige en betaalbare Airport Express kastjes die je simpelweg in een vrije wandcontactdoos kunt steken en waar je vanuit iedere iTunes bibliotheek in het thuis-netwerk muziek mee kunt afspelen. Met een eenvoudige mini-cable of optische Toslink kabel kun je daarmee je muziek naar actieve luidsprekers of een versterker sturen.

- 
DLNA (Digital Living Network Alliance): DLNA distribueert digitale mediabestanden van computers en media servers over ethernet of Wi-Fi naar een veelvoud aan consumentenelektronica met ingebouwde DLNA Client software. Zo is er naast bijvoorbeeld de Sony PS3 een groeiend aantal televisies op de markt die beschikken over DLNA Client software om bestanden van computers en NAS harde schijven af te spelen. Zowel de Server als de Client moet geschikt zijn voor DLNA om bestanden te kunnen delen. DLNA is op Windows gebaseerd en er zijn voortekenen die impliceren dat, afhankelijk van het platform, DLNA in bepaalde gevallen tot een onbruikbare, gefragmenteerde ervaring kan leiden. Daarnaast heb je op een Mac aparte software, zoals TwonkyMedia, nodig om deze computers geschikt te maken voor het DLNA protocol.

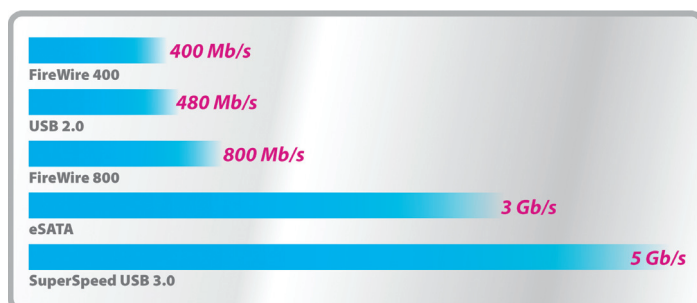
Neem de leiding in handen



Ongeacht het type aansluiting dat het beste bij jouw behoeftes past zijn moderne mobiele apparaten die voorzien zijn van Apple OS of Android een geweldige en sexy manier om je computer audio te bedienen. Voor iTunes bibliotheken biedt Apple via de App Store de Remote App voor de iPod Touch, iPad, iPhone aan. Naim, Meridian-Sooloos en Sonos behoren tot de bedrijven die een eigen applicatie hebben geschreven voor het bedienen van hun apparatuur op Apple OS apparaten. Door gebruik te maken van een tablet pc als de iPad neemt het bedieningscomfort dusdanig toe dat je zult merken dat je daardoor vaker én op meer plaatsen in huis naar muziek gaat luisteren.

Opslag en Back-up van je muziekbestanden

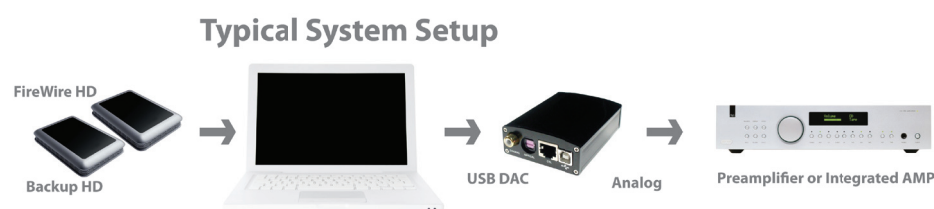
De klankmatige voordelen van hoge resolutie muziekbestanden die verliesvrij (lossless) en ongecomprimeerd zijn opgeslagen zijn wezenlijk en substantieel. Gelukkig zijn harde schijven de afgelopen jaren steeds goedkoper geworden voor eenieder die zich wil trakteren op hoge kwaliteit muziekbestanden, die dan wel echte ruimteverslinders zijn. Een harde schijf van 1 Terabyte biedt genoeg ruimte om ongeveer 2000 cd's in het ongecomprimeerde AIFF of WAV formaat op te slaan, en er zijn tegenwoordig vele harde schijven van dergelijke omvang voor minder dan 100 euro te koop. En dat is goed nieuws. Waar gebruikers van een desktop pc eenvoudig en relatief goedkoop een extra of grotere harde schijf kunnen plaatsen, zijn gebruikers van laptops, iMacs en Mac Mini computers eerder aangewezen op externe opslag. Externe harde schijven zorgen er ook voor dat de computerdata niet op één plaats verloren kan gaan, zodat, als de interne harde schijf van je computer crasht, niet al het harde werk en al die kostbare tijd die je nodig hebt gehad om je muziekcollectie op te bouwen verloren gaat.



Bij externe harde schijven stijgen de kosten met de snelheid van de schijf, de kwaliteit van de schijf en de snelheid van de aansluitopties. USB 2.0 (480Mbps) en 3.0 (5Gbps) harde schijven zijn het voordeligst, waarbij schijven die overweg kunnen met FireWire of eSATA iets duurder zijn. Maar... snelheid is je vriend als het aankomt op deze aansluitingen. Data transport bij het rippen en bij het maken van een back-up is niet alleen sneller, het klinkt ook nog eens beter. eSata is erg snel (3Gbps) maar het gebruik daarvan is wijder verbreid onder Windows dan onder Mac. Voor een kleine meerprijs is er echter randapparatuur, zoals PCI kaarten, verkrijgbaar voor Mac's en op Windows gebaseerde computers.

FireWire 800 is te vinden op de meeste Mac computers en kan snelheden tot 800Mbps verwerken. Harde schijven met FireWire 800 zijn meestal niet veel duurder dan USB harde schijven. In de nabije toekomst zullen nieuwe computers ook uitgerust gaan worden met de onlangs geïntroduceerde Thunderbolt interface, waarmee de snelheid van data-overdracht naar een ongelooflijke 10Gbps verhoogd zal worden. Hoe sneller de verbinding tussen harde schijf met digitale muziekbestanden en de computer waarop deze is aangesloten, hoe beter de geluidskwaliteit van het computer audio systeem zal zijn.

Bij het kiezen van de juiste verbindingmethode voor je harde schijf zijn er een aantal valkuilen die je eenvoudig kunt vermijden. Een van de meest voorkomende fouten is het gebruiken van een USB verbinding tussen pc en externe harde schijf en daarbij tegelijkertijd een USB aansluiting te gebruiken voor het decoderen van de audio. Denk daarbij aan USB-Dac's en USB-S/PDIF omzetter. Dit veroorzaakt een probleem dat bekend staat als een 'Synchronous Conflict'. En alhoewel met deze oplossing gewoon muziek afgespeeld zal kunnen worden, zal het de prestaties van het Computer Audio systeem drastisch omlaag brengen. Probeer dus, als het enigszins mogelijk is, zo'n Synchronous Conflict te voorkomen als je gebruikt maakt van een USB-Dac of S/PDIF converter, door je externe harde schijf aan te sluiten met een FireWire, eSATA of - als je een NAS gebruikt - ethernet verbinding.



Een snellere verbinding tussen een externe harde schijf en de computer verbetert ook de audiokwaliteit. Dus, als je de keus hebt tussen een externe harde schijf met een FireWire 800 aansluiting met 800Mbps data-overdracht en een USB 2.0 schijf met 480Mbps of FireWire 400 met 400Mbps, en de FireWire 800 schijf is een paar tientjes duurder, koop dan toch de FireWire 800 in de wetenschap dat het welbesteed geld is. Als de Thunderbolt I/O interface beschikbaar komt met z'n 10Gbps data-overdracht zal dat waarschijnlijk tot nog betere prestaties leiden.

NAS (Network Attached Storage) harde schijven maken gebruik van een Wi-Fi of ethernet verbinding en bieden meerdere computers op het netwerk toegang tot de digitale muziekbestanden die op de schijf geplaatst zijn. Door gebruik te maken van een bedrade ethernetverbinding krijg je de meest betrouwbare prestaties. Gigabit ethernet biedt data-overdracht snelheden tot 1Gbps en betrouwbaar datatransport over maximaal 300 meter.

Hou er altijd rekening mee dat harde schijven kapot kunnen en zullen gaan! Je digitale muziekcollectie is van grote waarde en moet beschermd worden door regelmatig een back-up te maken. Daarvoor adviseren we het gebruik van een extra externe harde schijf. Dit betekent dat je een extra harde schijf aan moet sluiten op de harde schijf met je muziekcollectie om daar regelmatig een kopie op te kunnen maken van je complete muziekcollectie. Dat kan met een kabelverbinding of over het bestaande netwerk. Bij grote collecties adviseren we in ieder geval de eerste back-up te maken met een kabelverbinding. Het maken van een

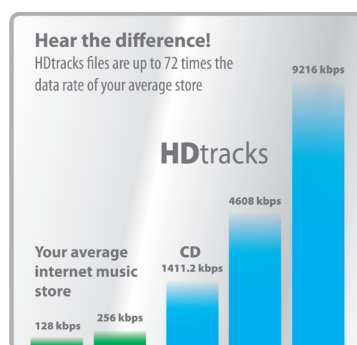
kopie kan zo eenvoudig zijn als drag-and-drop, maar dat is een omslachtige methode bij grotere collecties. Er zijn de nodige back-up programma's op de markt voor zowel Windows als Mac computers die eerst een complete back-up maken om vervolgens alleen de nieuwe en gewijzigde bestanden bij te werken. Apple heeft daarvoor de in het Mac OS geïntegreerde Time Machine software. Carbon Copy Cloner (bombich.com) en Chrono Sync (econtechologies.com) zijn betaalbare en handige programma's met een veelvoud aan mogelijkheden om je back-ups automatisch te laten verlopen. Deze programma's kunnen automatisch kopieën maken van nieuwe en gewijzigde bestanden en slaan deze in een eenvoudige structuur op de back-up schijf op. Time Machine zet alle bestanden in een groot gecomprimeerd bestand.



Een geavanceerdere en betrouwbaardere manier om een back-up te maken is RAID, wat staat voor Redundant Array of Independent Disks. RAID biedt verbeterde functionaliteit en betrouwbaarheid door gebruik te maken van een ingebouwde reservekopie (redundancy). Dit gebeurt door meerdere harde schijven te combineren tot een logisch geheel waarbij data wordt verdeeld over meerdere schijven. Als een harde schijf uitvalt kun je deze, zonder verlies van data, simpelweg vervangen door een nieuwe schijf. Je kunt zelfs doorgaan met werken of naar muziek luisteren terwijl een harde schijf niet meer functioneert. Een RAID opstelling is erg effectief, maar is voor de gemiddelde gebruiker misschien te lastig om goed te implementeren. Drobo (drobo.com) verkoopt eenvoudige 'Beyond RAID' producten met automatische back-up en bieden daarbij meerdere mogelijke combinaties van harde schijven met volledige redundancy. Deze oplossing is wel wat gecompliceerder en duurder, maar nogmaals, als een harde schijf uitvalt is er geen verloren data en je verliest geen tijd waarin je naar muziek kunt luisteren; simpelweg de kapotte harde schijf vervangen en je kunt weer door. Zie het maar als een verzekering.

Niet alle digitale muziekbestanden zijn gelijk

Of je nu cd's ript vanuit je eigen collectie of online downloads koopt bij sites als HDtracks (hdtracks.com) of iTunes, het kiezen van het beste bestandsformaat en het gebruiken van de juiste instellingen zal in belangrijke mate de kwaliteit van je muziekweergave bepalen. Voor velen staat digitale muziek gelijk aan lage resolutie en vaak slecht klinkende mp3 of AAC (Advanced Audio Coding) bestanden. MP3 en AAC maken gebruik van een compressiemethode waarbij essentiële - tot wel 90% van de aanwezige data - informatie verloren gaat. Deze manier van compressie wordt ook wel aangeduid als 'lossy' compressie. Gelukkig zijn niet alle digitale muziekbestanden gelijk. Het zijn nooit alleen maar 'enen en nullen'. Apple iTunes ondersteunt zowel verliesvrij gecompri-meerde als ongecomprimeerde bestanden met een resolutie van maximaal 32-bit/384kHz. Ondanks dat 128Kbps AAC bestanden erg populair zijn in de iTunes Store kunnen MP3's en AAC bestanden variëren in hun datasnelheid. Hogere snelheden als 192Kbps of zelfs 320Kbps worden ook op verschillende plaatsen aangeboden, met een hoorbaar beter resultaat.



Bovendien kunnen AAC en MP3 bestanden met een hogere bitdiepte, zoals 24-bit, ongelooflijk veel beter klinken dan een typisch 16-bit lossy bestand (voorbeelden daarvan zijn te vinden op KEXP.org onder 'podcast').

Steeds vaker kunnen Hi-res digitale muziekbestanden met een hogere bitdiepte en een hogere datasnelheid in een verliesvrije compressie gedownload worden.

HDtracks biedt niet alleen verliesvrij gecompri-meerde 16-bit/44.1kHz (cd-kwaliteit) muziekbestanden aan, ook hun collectie Hi-res downloads met resoluties tot wel 24-bit/192kHz groeit gestaag. Bovendien bieden artiesten als Radiohead en Nine Inch Nails verliesvrij gecompri-meerde Hi-res downloads aan via hun eigen website. Ongecomprimeerde of verliesvrij gecompri-meerde Hi-res muziekbestanden bieden in potentie een significant betere geluidskwaliteit dan cd's of gecompri-meerde MP3 en AAC bestanden. Als je dus een keuze hebt bij het downloaden, kies dan voor de hoogste datasnelheid en bit-diepte met de laagst mogelijke compressie. Je oren zullen er dankbaar voor zijn.

Bij het rippen van je eigen cd-collectie heb je meer controle over het resultaat. Binnen iTunes kun je kiezen voor een MP3 of AAC bestand met een hogere datasnelheid (192kbps of 320kbps), maar je kunt er ook voor kiezen om je muziek op te slaan in een ongecomprimeerd bestandsformaat als AIFF of een verliesvrij gecompri-meerd formaat als Apple Lossless. Deze laatste twee opties bieden een geluidskwaliteit

die gelijkwaardig is aan CD. Gaandeweg zul je leren dat metadata als titels van nummers, hoesfoto's en andere handige informatie van het internet geplukt kan worden, maar ook via iTunes, J.River of andere beheerprogramma's voor je muziekbibliotheek is op te halen. Metadata biedt een enorme verrijking aan het gebruiksgemak van ieder Computer Audio systeem, maar niet alle bestandsformaten ondersteunen metadata. Hieronder vind je een overzicht van de belangrijkste bestandsformaten en de bijbehorende sterke en zwakke punten.

Apple Lossless Compression. dit is een optie binnen iTunes waarbij verliesvrije compressie wordt toegepast, waardoor de hoeveelheid opgeslagen data tot de helft verkleind wordt maar bij het afspelen weer bit-voor-bit naar de originele staat wordt teruggebracht. Dit proces is te vergelijken met het 'zip' formaat waarbij een grote hoeveelheid data wordt ingepakt tot een kleiner bestand, en weer naar het originele formaat wordt teruggebracht bij het uitpakken. Ondanks dat het van origine een Apple bestandsformaat betreft is iTunes ook op een Windows XP/Vista/7 computer volledig compatibel met Apple Lossless met volledige rip- en afspeelmogelijkheid en ondersteuning van metadata op beide platformen. Omdat de originele data bit-voor-bit naar het originele formaat hersteld kan worden biedt Apple Lossless een veel betere geluidskwaliteit dan MP3 en is bovendien geschikt om hi-res muziekbestanden in op te slaan. Daarbij is het wel interessant om op te merken dat WAV en AIFF bestanden beter kunnen klinken dan verliesvrij gecomprimeerde bestanden als Apple Lossless en FLAC. Misschien is dit terug te voeren op de extra stap die genomen moet worden om het bestandsformaat uit te pakken naar de originele PCM data tijdens het afspelen. Luister maar eens, je zal het horen.

FLAC (Free Lossless Audio Codec). Net zoals Apple Lossless maakt FLAC gebruik van een verliesvrije compressiemethode, waarbij het opgeslagen muziekbestand wordt gereduceerd in grootte, maar bij het afspelen weer bit-voor-bit naar de originele staat wordt teruggebracht. Het ondersteunt hoge resolutie audiobestanden met hogere bitrates en datasnelheden en kan bovendien metadata in de gecomprimeerde bestanden opslaan. Ondanks dat FLAC inmiddels door de meeste fabrikanten wordt geaccepteerd en ondersteund zijn de bestanden niet te gebruiken in combinatie met iTunes. Je kunt met iTunes niet naar FLAC rippen en bovendien geen FLAC bestanden opslaan of afspelen. Er zijn legio programma's die FLAC bestanden om kunnen zetten naar voor iTunes geschikte bestandsformaten als Apple Lossless, AIFF, WAV, MP3 of AAC, waaronder Max (sbooth.org/max), Fluke (macupdate.com/app/mac/28768/fluke) of dB PowerAmp (dbpoweramp.com/dmc.htm).

Hou er echter rekening mee dat FLAC bestanden van hoge kwaliteit zijn en dat je, door ze om te zetten naar MP3 of AAC, onomkeerbaar kostbare data van de originele muziekbestanden weggooit. Om de kwaliteit van FLAC te behouden is het belangrijk dat ze omgezet worden naar verliesvrij gecomp-

primeerde of ongecomprimeerde bestandsformaten als Apple Lossless, AIFF of WAV. Dat is niet alleen raadzaam, het is essentieel!

WAV (Waveform Audio File Format). WAV is een bestandsformaat dat geschikt is om een Lineair PCM signaal (het digitale bestandsformaat dat gebruikt wordt op de compact disc) ongecomprimeerd op te slaan. Door een cd te rippen en op te slaan als een ongecomprimeerde WAV krijg je een bit-perfecte kopie van de originele cd. WAV ondersteunt hogere resoluties, hogere bitrates en hogere datasnelheden dan de 16-bit/44.1kHz die met cd mogelijk is. Ongecomprimeerde WAV files kunnen met iTunes geript en afgespeeld worden. WAV bestanden zijn van zeer hoge kwaliteit, maar ze nemen wel meer ruimte in beslag op de harde schijf dan AAC, MP3 en Apple Lossless. WAV bestanden hebben een belangrijk nadeel: ze ondersteunen geen metadata. Zaken als hoesfoto's, titels van nummers en albums en andere informatie die Computer Audio overzichtelijk maken gaan verloren bij het maken van een back-up.

Als je je collectie al naar WAV hebt geript dan kun je deze bestanden met iTunes eenvoudig omzetten naar AIFF. Selecteer alle WAV bestanden die je wilt omzetten naar AIFF, klik op het 'advanced' of 'geavanceerd' menu in de topleiding en selecteer 'Convert to AIFF' of 'Maak versie voor AIFF aan'. Let op: hiervoor moet je in het menu iTunes/voorkeuren/algemeen de 'importeerinstellingen' eerst op AIFF zetten! Let er ook op dat je over voldoende schijfruimte beschikt aangezien er tijdelijk een dubbele hoeveelheid schijfruimte nodig is bij het omzetten naar AIFF. Als iTunes klaar is met het omzetten van de bestanden kun je de WAV versies verwijderen. Voor hoge resolutie bestanden adviseren we het programma Max of een ander conversieprogramma. Apple iTunes zal namelijk hi-res bestanden niet in volledige resolutie converteren. Door buiten iTunes te converteren zul je echter wel de ingesloten metadata verliezen, maar dat weegt naar onze mening niet op tegen de betere geluidskwaliteit die intact blijft met andere conversieprogramma's.

AIFF (Audio Interchange File Format). AIFF vertoont veel overeenkomsten met WAV. Het AIFF bestandsformaat kan audio in het ongecomprimeerde Lineaire PCM formaat opslaan. Een cd rippen en hem opslaan als ongecomprimeerd AIFF bestand resulteert in een bit-perfecte kopie van het origineel. Net als WAV ondersteunt AIFF ook hogere resoluties en hogere bitrates en datasnelheden. AIFF bestanden kunnen gemaakt worden met behulp van iTunes en kunnen ook met iTunes afgespeeld worden, zowel op Mac OSX als Windows XP/Vista/7 computers. AIFF ondersteunt metadata als albumhoezen, titels van nummers en andere informatie die computer audio overzichtelijk maken. Bij het maken van een back-up zal de metadata niet verloren gaan, waardoor AIFF het te prefereren bestandsformaat is op het gebied van geluidskwaliteit en gebruiksgemak.

Je muziek verliesvrij gecomprimeerd of ongecomprimeerd opslaan hoeft echter niet te betekenen dat de hoeveelheid muziek die je op een iPod, iPhone of ander mobiel apparaat op kunt slaan beperkt wordt. iTunes kun je dusdanig instellen dat tijdens het synchroniseren met je iDevice de data-rate automatisch teruggebracht wordt naar het 128kbps AAC formaat. Er is dus geen enkele reden om twee aparte bibliotheken aan te leggen.

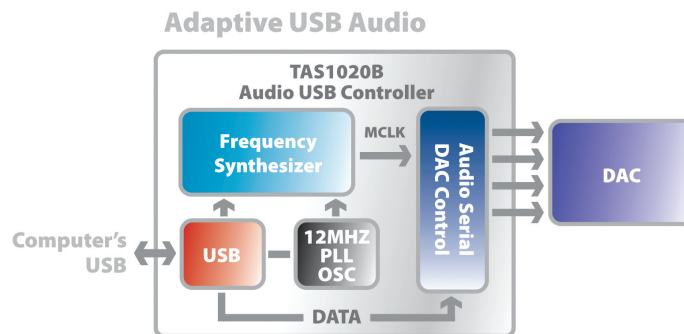
Digitale muziekbestanden afspelen

Het verschil tussen USB en FireWire

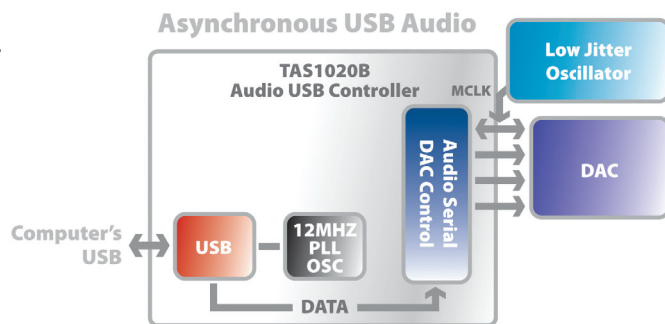
USB en FireWire bieden vele opties om je digitale muziekbestanden af te spelen en hebben geen gesloten systeem of apparatuur van een specifieke fabrikant nodig. Een eenvoudige opstelling kan gemaakt worden met een paartje actieve luidsprekers die voorzien zijn van een USB- of mini-USB ingang waarop je een computer aan kunt sluiten. Als we een stapje verder gaan bieden USB en FireWire DAC's (Digitaal naar Analoo omzetters) en voorversterkers/processors de mogelijkheid om je computer aan te sluiten op een uit losse componenten bestaand audio/video systeem, zonder dat je daarbij een speciaal of gesloten systeem met een extra media server nodig hebt. De DAC ontvangt de digitale data via een USB of FireWire kabel en zet de data om in een stereo-signaal. Er zijn legio zeer betaalbare DAC's op de markt, maar voor de liefhebber die zijn computer audio wil optimaliseren zijn de mogelijkheden haast onbegrensd. Computer Audio over USB of FireWire is in potentie niet alleen gelijkwaardig aan compact disc: beide formaten kunnen de prestaties van cd zelfs ruimschoots overstijgen.

Sinds de opkomst van de Compact Disc in de jaren '80 van de vorige eeuw hebben computers een rol gespeeld bij het masteren van de digitale muziek waar we met z'n allen naar luisteren. Maar tijdsfouten hebben de cd-weergave altijd al geplaagd. En jitter is hiervan de belangrijkste. Bij digitale data-opslag wordt de amplitude van het audiosignaal in het tijdsdomein gecodeerd. Jitter verwijst naar de tijdsfouten van de nullen-en-enen die het PCM Audio bitstream signaal vormen. Als er ergens in het signaalpad tijdsfouten optreden zal dat resulteren in een vervorming van het originele signaal. In alle apparaten die een digitaal signaal naar een analoog signaal omzetten zit een 'klok' die op basis van de data-rate de juiste tijdsinterval van de nullen-en-enen moet bepalen. Fouten in die klok zijn de belangrijkste bron van jitter. De alomtegenwoordige S/PDIF verbinding is oorspronkelijk ontworpen voor testen en analyse, niet voor hoogwaardige audio-overdracht. Signaaloverdracht via S/PDIF kan grote hoeveelheden jitter in digitale afspeelsystemen veroorzaken als de bron met een gefixeerde klok-frequentie werkt en de DAC gebruik maakt van een variabele klokfrequentie, waardoor deze ieder ontvangen datapakket moet herklokken. Door grotere buffers en betere Phase-Locked Loop (PLL) ontvangers te gebruiken is het jitterprobleem bij cd-weergave haast niet meer van invloed. USB

en FireWire zijn in staat om audiosignalen zonder toegevoegde jitter uit te sturen naar een afspeelapparaat, waardoor USB en FireWire DAC's een perfecte keuze zijn voor hoogwaardige computer audio systemen.



De twee populairste methodes voor het transporteren van USB- en FireWire audio tussen een computer en een externe DAC zijn de Adaptieve en de A-synchrone methode. Laten we eerst eens de Adaptieve methode bekijken. Zoals de naam al aangeeft maakt de Adaptieve methode gebruik van een adaptieve klok: een klok die gebruik maakt van een variabele frequentie. Van nature zijn klokken met een variabele frequentie gevoeliger voor jitter. De Adaptieve methode is vergelijkbaar met S/PDIF omdat het ontvangende systeem voor audiodata die via de USB of FireWire poort binnenkomt de 12MHz klok van de USB poort op de computer als referentie gebruikt. Met andere woorden: de computer bepaalt de transportsnelheid van de audiodata. Omdat computers meestal meerdere taken tegelijkertijd moeten uitvoeren zal dit leiden tot een ongelijkmatige overdracht van de audiodata, waardoor tijdsfouten in de afgeleide klokfrequentie van de DAC ontstaan omdat de variabele klok van de DAC bij ieder ontvangen datapakket een poging doet om de audiodata te herklokken. Zie het als een spelletje waarbij iemand steeds een bal naar je gooit, maar waarbij iedere bal met een verschillende snelheid wordt gegooid. Als de interval tussen iedere gegooide bal hetzelfde blijft zal je gemakkelijk alle ballen kunnen vangen. Maar als de bal eerder of later arriveert dan verwacht, dan zul je je razendsnel aan moeten passen voordat de volgende bal aankomt, waardoor je eerder een bal zal laten vallen. Een ander belangrijk punt is het feit dat de 12MHz klokfrequentie van de USB-poort en de sample-rate (bemonsteringsfrequentie) van nagenoeg alle muziek (16-bit/44.1kHz) geen veelvouden van elkaar zijn. Dit maakt het voor de DAC nog gecompliceerder. Er zijn Adaptieve DAC's op de markt die de hoeveelheid jitter drastisch verlagen en uitstekende audio kwaliteiten bieden. Maar het belangrijkste gegeven is dat de Adaptieve methode zelf jitter introduceert op het audiosignaal (net zoals S/PDIF overigens) waar verderop in het weergavesysteem voor gecompenseerd moet worden om hoogwaardige muziekweergave te kunnen bewerkstelligen



A-synchrone signaaloverdracht is nogal verschillend. Bij echte a-synchrone data-overdracht is de DAC verrassend immuun voor jitter omdat een buffer in de DAC het transport van de data controleert. De DAC bepaalt de snelheid van data-overdracht vanuit de computer, en negeert daarbij de USB-klok van de computer. In plaats daarvan wordt de computer als 'slaaf' van de buffer in de DAC ingezet. De DAC vraagt de computer om het datapakket en slaat dit op in een buffer. Deze buffer en de DAC-chip worden vervolgens gesynchroniseerd met een enkele vaste klokfrequentie. Deze manier garandeert een nagenoeg perfecte jitter-vrije data overdracht. Naar onze analogie met het spelletje 'ballen-vangen' kun je deze manier van data-overdracht zien als een bal vangen, deze neerleggen en vervolgens de gooier vragen een nieuwe bal te werpen. Het eenvoudige ritme en de perfecte timing van het arriveren van de bal zorgt ervoor dat je altijd klaar staat om de volgende bal te vangen. Omdat bij a-synchrone data-overdracht de DAC, in plaats van de computer, het tempo bepaalt, wordt er tijdens het proces geen jitter geïntroduceerd en hoeft dus verderop in het systeem ook niet meer gecorrigeerd te worden.

Momenteel maken de meeste USB en FireWire DAC's gebruik van de adaptieve methode. A-synchrone DAC's zijn nog in de minderheid omdat er nog geen OEM oplossingen beschikbaar zijn. Adaptieve DAC's zijn zeker in staat om goed te kunnen klinken, en we willen het gebruik van deze DAC's ook niet ontmoedigen, maar a-synchrone DAC's bieden veel meer potentieel om hoogwaardige muziekweergave te bewerkstelligen.

Er bestaan trouwens ook USB-DAC's die synchroon werken. Omdat bij deze methode de DAC als 'slaaf' fungeert van de klok in de computer zijn de jitter-waarden van dit soort apparaten erg slecht. Synchroon werkende DAC's zijn bovendien zeldzaam geworden in een markt die gedomineerd wordt door moderne USB/FireWire DAC's.

Digitale muziekbestanden afspelen:

iTunes en alternatieve software

Om digitale muziekbestanden via de computer af te kunnen spelen moet je de software van een afspeelprogramma op je computer geïnstalleerd hebben. Honderden miljoenen mensen gebruiken daarvoor het eenvoudig te bedienen programma iTunes, zowel op Windows gebaseerde computers als op Mac's. Het blinkt uit in het beheer van de muziekbibliotheek en het afspelen van muziekbestanden, en is eenvoudig te synchroniseren met de meeste mobiele telefoons en andere draagbare muziekapparatuur. Om iTunes te kunnen combineren met een externe USB of FireWire DAC moet je eerst de instellingen voor de inkomende en uitgaande signalen op je computer instellen. In basis moet je de geluidsweergave via de externe DAC laten lopen in plaats van via de ingebouwde luidsprekers (we zullen je verderop links naar handleidingen geven om je Windows of Mac OSX computer optimaal in te stellen).

Sinds de introductie van het besturingssysteem Mac OSX 10.6.4 Snow Leopard ondersteunt iTunes muziekbestanden tot 32-bit/384kHz. Maar als je muziekbibliotheek bestaat uit muziekbestanden met verschillende data-rate's (bijvoorbeeld in 16-bit/44.1kHz geripte cd's uit je eigen collectie en een aantal gedownloade bestanden in 24-bit/96kHz) moet je er rekening mee houden dat je binnen iTunes het beste resultaat krijgt als je de muziek in de originele bitrate afspeelt. Het lijkt bijvoorbeeld een goed idee om de Audio Midi Setup van je Mac dusdanig in te stellen dat hij altijd een 96kHz signaal uitstuurt en je 44.1kHz materiaal opwaardeert naar deze hogere frequentie, maar in feite verhoog je de resolutie van het bestand niet. Een 44.1kHz signaal past niet netjes in een 96kHz signaal. Het opschalen van de bemonsteringsfrequentie vraagt dus nogal wat reken- en gokwerk. De data op deze hogere frequentie wordt daarmee een benadering van de originele data, en vertoont nog maar weinig overeenkomsten met het originele datapakket. De beste geluidskwaliteit bereik je door de muziekbestanden in het originele formaat naar een externe DAC te sturen.

Muziek binnen iTunes afspelen met de originele sample-rate vereist dat je handmatig de uitgaande sample-rate in de Audio MIDI setup van je Mac instelt. Als je bijvoorbeeld een 96kHz bestand af wil spelen moet de MIDI uitgang ook op 96kHz gezet worden. Als de MIDI uitgang op 44.1kHz staat en je selecteert een 96kHz bestand, dan zal dit muziekbestand wel afgespeeld worden maar niet in de originele data-rate. Het bestand zal door een sample-rate converter gehaald worden en afgespeeld worden op 44.1kHz en daarmee wordt het effect van een hogere sample frequentie weer teniet gedaan. En dat geldt ook omgekeerd. Als de MIDI is ingesteld op 96kHz en je speelt een liedje dat op 44.1kHz is gecodeerd, dan zal het bestand ge-upsampled worden van

44.1kHz naar 96kHz met alle ongewenste effecten zoals we die eerder hebben beschreven.

Waar het Mac OS hogere sample-rates dan 96kHz kan verwerken, kan een Windows gebaseerd systeem dat niet. Windows 7 ondersteunt uitsluitend muziekbestanden tot 24-bit/96kHz. Iedereen die interesse heeft om bestanden met een hogere sample-rate dan 96kHz op een Windows computer af te spelen is aangewezen op een driver van een andere leverancier. De firma Thesycon biedt een gratis driver aan:

thesycon.de/eng/usbio.shtml

Houd er rekening mee dat je ook de audio output van een computer met Windows OS aan moet passen als je iTunes gebruikt en je bestanden met de originele data-rate wilt afspelen. Op een Windows computer kun je QuickTime gebruiken om de audio instellingen van je computer aan te passen als je iTunes gebruikt.

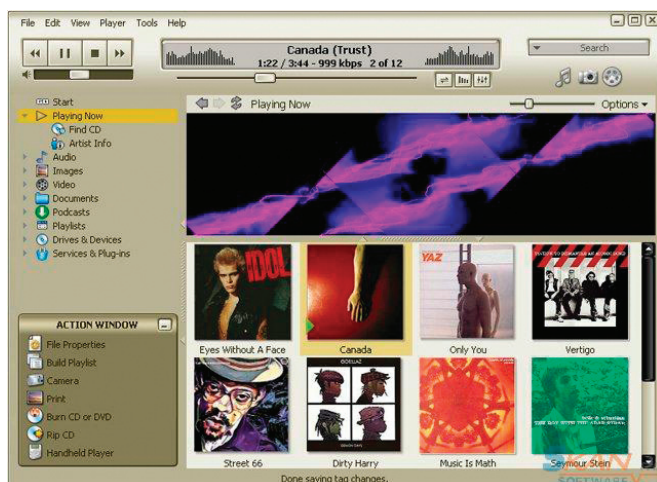
Er bestaan echter voldoende Music Players van andere leveranciers die automatisch de sample frequentie van je muziekbestanden bepalen en daarop de instellingen van je computer aanpassen zodat alle bestanden automatisch in de originele sample-rate naar een extern apparaat gestuurd worden. Bovendien zijn deze Music Players meestal bestandsformaat onafhankelijk. Ze spelen nagenoeg alle soorten muziekbestanden waaronder FLAC, Ogg Vorbis, Musepack, WavPack, Monkey's Audio, Speex, Apple Lossless, AAC, MP3, WAV en AIFF. Veel Music Players voor de Mac plaatsen een haast onzichtbare schil over iTunes, waardoor ze vaak onmerkbaar hun werk doen en daarmee iTunes in staat stellen zich te richten op de dingen waarin het programma het beste is: het beheren van de muziekbibliotheek, het importeren en afspelen van muziek en het synchroniseren met andere apparaten. Sommige ontwikkelaars van Music Players kiezen ervoor om een eigen gebruikers interface (GUI - Graphic User Interface) te maken. Behalve bedieningsgemak is het ook belangrijk rekening te houden met het feit dat bijna al deze Music Players beter klinken dan iTunes zelf.

Het eerste besluit dat je moet maken bij het kiezen van een alternatieve Music Player is of het programma samen moet kunnen werken met iTunes of dat het iTunes compleet gaat vervangen. Het vervangen van iTunes gaat vaak ten koste van gebruiksgemak bij het onderhouden van de muziekbibliotheek en het gebruik daarvan. Door het Apple Eco-systeem te verlaten verlies je ook de mogelijkheid om eenvoudig en snel met mobiele apparatuur te synchroniseren. Bovendien verlies je de mogelijkheid om specifieke Apple afspeelmogelijkheden, zoals Apple Airplay of de Remote App op een iPad, te gebruiken. En alhoewel een programma als Decibel (sbooth.org/Decibel) uitstekende klankmatige eigenschappen heeft, het is toch het gebruiksgemak van iTunes dat de meeste onder ons heeft verleid tot het gebruik van Computer Audio. Geen gebruik kunnen maken van de

iTunes interface zal voor velen als een groot minpunt gezien worden bij de keuze van een Music Player.



Onder de diverse beschikbare Music Players voor de Mac, behoort PureMusic (channel.d.com/puremusic) tot de beste die we hebben kunnen vinden. Het afspelen gaat bit-identiek, wat betekent dat het programma de muziekbestanden niet verandert zoals sommige andere spelers wel doen. Het programma kost 129 dollar (op het moment van schrijven), is erg degelijk en betrouwbaar en verbetert bovendien ook nog eens aanzienlijk de klankmatige kwaliteiten van iTunes. Amarra (sonicstudio.com/amarra) is een ander programma dat beter klinkt dan iTunes. De meest recente versie speelt bit-identiek af en maakt daarbij ook gebruik van de iTunes interface. Een Amarra licentie is wel prijzig (700 dollar op het moment van schrijven). Decibel (sbooth.org/Decibel) is erg betaalbaar (33 dollar op het moment van schrijven) en biedt ook een uitstekende geluidskwaliteit. Het programma kan muziek en playlists vanuit iTunes afspelen, maar maakt geen gebruik van de iTunes interface voor het onderhoud van de muziekbibliotheek en het afspelen van muziek. Je moet handmatig de muziek die je wilt spelen selecteren en deze in Decibel 'laden'. Maar al is dit wat omslachtiger, de klankmatige winst is dusdanig groot dat deze extra stappen voor vele audio-fielen geen probleem zullen zijn.



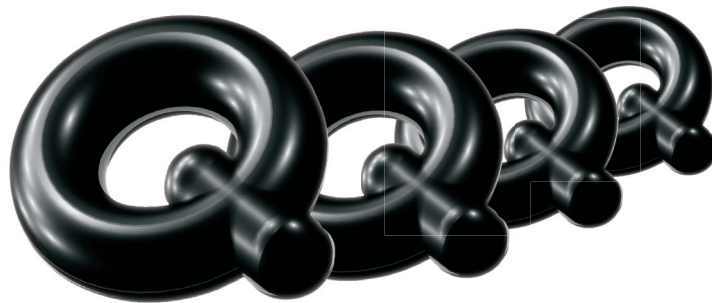
Voor Windows systemen biedt J.River Media Center (www.jriver.com) een volwaardig alternatief voor iTunes. Het programma kost 50 dollar (op het moment van schrijven). Met andere woorden: gebruikers van J.River hoeven iTunes helemaal niet te gebruiken voor het rippen, opslaan en afspelen van hun digitale muziekbestanden. J.River werkt met Windows 2000, XP, Vista, Windows 7 en Home Server, en kan synchroniseren met andere media zoals iPods, iPhones en op Android gebaseerde (mobiele) apparatuur. Het ondersteunt een breed scala bestandsformaten waaronder FLAC, WAV en AIFF, inclusief hoge resolutie bestanden tot 24-bit/192kHz. Het koppelt, via het internet, automatisch metadata aan muziekbestanden en klinkt bovendien ook nog eens veel beter dan iTunes onder Windows 7.

Alles is belangrijk

Zoals bij ieder audiosysteem is alles belangrijk als je op zoek bent naar de best mogelijk geluidskwaliteit. Of je nu gebruik maakt van een externe USB/FireWire DAC of een AV-receiver, de kwaliteit van de gebruikte DAC is essentieel. Naast de gebruikte voorversterker, eindversterker en luidsprekers is de kwaliteit van de gebruikte bekabeling binnen een computer audio systeem net zo belangrijk als in een analoog systeem. De analoge interconnects die je externe DAC verbinden met de versterker doen er toe, net zoals de AC netsnoeren die je computer audio systeem verbinden met het stroomnetwerk. Maar er zijn meer overwegingen die een discussie waard zijn.

De computer zelf doet er ook toe. Naast de gebruikelijke lijst met taken moet je computer de muziekbestanden vanuit verschillende audio-containers uit kunnen pakken om ze af te spelen. Een snellere processor en meer RAM geheugen laten je muziek beter klinken. Bovendien klinken de nieuwe 64-bit systemen als Windows 7 en Mac OSX vaak beter dan de oudere 32-bit systemen. En of je nu de ingebouwde harde schijf gebruikt of je muziek op een externe schijf hebt staan, de kwaliteit van de harde schijf en hoe deze verbonden is met je computer heeft een invloed op

de geluidskwaliteit. Hogere snelheden in het data transport vertalen zich in een betere klank. Sneller draaiende harde schijven klinken dus ook beter. Een 7200rpm harde schijf klinkt beter dan een harde schijf die op 5400rpm werkt. Solid State geheugen, zonder draaiende delen, klinkt zelfs nog beter. Kijk voordat je een SSD harde schijf koopt eerst naar de snelheid van data-overdracht en koop de snelste versie die je kunt veroorloven. Maar aangezien SSD harde schijven nog steeds onredelijk duur zijn zullen de meeste mensen toch kiezen voor een traditionele harde schijf. Zorg er echter voor, zoals we eerder al vertelden, dat je een zo snel mogelijke harde schijf gebruikt met de snelste data-overdracht en stel je computer dusdanig in dat Synchronous Conflict's voorkomen worden bij het transporteren van je muziekbestanden.



Zoals je ziet - en totdat Solid State geheugen met een hoge capaciteit gemeengoed wordt - is een Computer Audio systeem zonder draaiende schijven nog steeds een mythe. Harde schijven zijn namelijk ook draaiende schijven, al draaien ze heel erg snel! Het mechanisch ontkoppelen van de Music Server/Computer die de bestanden afspeelt en de harde schijf of NAS waarop de bestanden staan verbetert de kwaliteit van computer audio aanzienlijk. Computers, externe harde schijven, routers en een grote hoeveelheid randapparatuur die aan je computer audio systeem gekoppeld zijn maken gebruik van 'vervuilende' schakelende voedingen. Het ontkoppelen van deze voedingen van je audio systeem met power conditioners is erg belangrijk.



En natuurlijk zijn ook de toegepaste kabels belangrijk. Als je gebruik maakt van een USB of FireWire DAC, dan hebben de USB en FireWire kabels die je gebruikt een belangrijke invloed op het geluid dat je hoort, net zoals de klankmatige eigenschappen van de gebruikte DAC. Het is nooit alleen een verhaal van nullen-en-enen geweest, en dat geldt vandaag de dag nog steeds. Maar wat misschien verrassender is en minder intuïtief aanvoelt is dat de kabels die je randapparatuur met de computer verbinden zo'n enorme invloed hebben op de geluidskwaliteit. De FireWire, USB en ethernet kabels die de computer verbinden met ex-

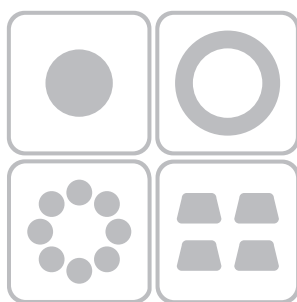
terne schijven en overige randapparatuur kunnen allemaal vervorming op het signaal introduceren. Daarom kan de totale beleving van Computer Audio verbeterd worden door in het gehele systeem gebruik te maken van kabels die van nature een lage vervorming hebben.

Aan de slag met Computer Audio

Nu je bewapend bent met essentiële Computer Audio kennis ben je klaar om van start te gaan. Gebruik de onderstaande links naar handleidingen om je Mac of Windows PC optimaal in te stellen. Maar nog belangrijker, geniet en ontdek nieuwe muziek, of herontdek de muziek die je reeds bezit. De Computer Audio toekomst is al begonnen.

Lees ook onze gedetailleerde iTunes installatie gids voor de Mac OSX en Windows 7/XP:

<http://www.audioquest.com/pdfs/CA-Setup-Guide.pdf>



audioquest®