

USB-Audio-Leitfaden

Es ist uns klar, dass die meisten Audio-Liebhaber keine Computerexperten sind und nicht über die teuren und modernen Prüfgeräte verfügen, die wir bei der Produktentwicklung verwenden. Mit diesem Leitfaden können Sie von unserer Erfahrung bei der Entwicklung zahlreicher USB-Audio-fähiger Hi-Fi-Komponenten profitieren.

Das Diagramm unten zeigt die Schritte von der gespeicherten Musik zu dem Audiogerät; die wichtigsten Elemente der Audiokette werden weiter unten in dieser Anleitung erklärt.



USB-Audio – eine Zusammenfassung

- Das Windows Driver Model (WDM) liefert eine Standardschnittstelle/einen Standardtreiber, über die das USB-Produkt von Cambridge Audio nativ arbeitet – bis zu einem Höchstwert von 24 Bit/96 kHz.
- Der WDR-Treiber unterstützt die Windows-Audioausgabe unabhängig vom Betriebssystem (OS) maximal 64 Bit/96 kHz.
- DirectSound ist das von dem Windows- Betriebssystem verwendete, am häufigsten eingesetzte Verfahren der Audioübertragung und ist der Standard für alle Medienplayer ungeachtet der OS-Version. DirectSound funktioniert gut mit XP, sollte aber unter Vista/Windows 7 vermieden werden, da es bei diesen späteren OS-Versionen eine rechte signifikante zusätzliche Verzerrung erzeugt. **Siehe auch die DirectSound-Setup-Anleitung für Windows 7.**
- Windows Vista/Windows 7 unterstützen beide das Windows Audio Session Application Programming Interface (WASAPI) als Ausgabeverfahren. Es muss ein Medienplayer verwendet werden, der WASAPI-Ausgabe unterstützt (wie etwa foobar2000), und üblicherweise muss auch ein WASAPI-Plug-in für diesen Medienplayer installiert sein. Mit WASAPI hat man immer noch ein maximales Ausgangssignal von 64 Bit/96 kHz, aber eine geringere Verzerrung als bei DirectSound. Für Windows Vista/Windows 7 ist WASAPI immer DirectSound vorzuziehen. **Siehe die WASAPI-Setup-Anleitung für Windows 7.**
- ASIO (Audio Stream Input/Output) ist ein weiteres Verfahren für die Audioübertragung, die WASAPI überlegen ist, da es den Windows Kernel Mixer umgeht (und auch die Verzerrung, die er hervorruft). Wie WASAPI erfordert der Einsatz von ASIO beim Medienplayer normalerweise irgendeinen Ausgangs-Plug-in, doch kann ASIO im USB-Audiomodus Klasse 2 (der eine Übertragung mit höheren Datenraten gestattet) nur mit einem dedizierten Treiber verwendet werden (wie etwa dem kostenlosen Cambridge Audio USB 2.0 Treiber).
- ASIO ist allen Kernel-Streaming- Audioübertragungsverfahren (z.B. WASAPI oder DirectSound) vorzuziehen, da es eine niedrigere Latenz, besseres Jitter und kein Mischen von Audioströmen aufweist.
- Mit dem dedizierten USB-Audiotreiber von Cambridge Audio hat man Zugang zu ASIO, weshalb der Treiber in Verbindung mit ASIO für die bestmögliche Leistung sorgt. **Siehe die ASIO-Setup-Anleitung für Windows 7.**

- Der kostenlose Cambridge Audio USB 2.0 Treiber unterstützt 24-Bit/192 kHz-Audio und liefert auch bessere Asynchronität (geringeres Jitter) an das angeschlossene Cambridge Audio USB-Produkt.
- Der Treiber ist ein Treiber nur für Windows und wird von Mac-Rechnern nicht benötigt. Mac OSX 10.5 oder später (Snow Leopard) unterstützt 24-Bit/192 kHz USB-Ausgabe nativ, weshalb dafür kein eigener Treiber erforderlich ist. Frühere Mac-OS-Versionen unterstützen 24-Bit/96 kHz.

Zusammengefasst gibt Ihnen der dedizierte Cambridge Audio USB 2.0-Treiber im Vergleich mit dem Standardtreiber bzw. der Standardschnittstelle von Windows niedrigeres Jitter, höhere Abtastraten und ASIO-Unterstützung.

Das Funktionieren des Cambridge Audio-Treibers und die Wiedergabe von 24-Bit/192 kHz-Content erfordern die folgenden PC-Mindestspezifikationen:

- 1GB RAM
- 1,6 GHz Core 2 oder AMD-Äquivalent
- Hergestellt nach 2006 (mit UHCI-kompatiblen Chipsatz)
- XP/Vista/7 mit den installierten neuesten Service Packs

Für die beste Performance für alle Dateiformate empfehlen wir:

Für PCs mit den oben angegebenen Mindestspezifikationen:

- Wir empfehlen, den dedizierten Cambridge Audio Treiber zu installieren, den USB-Audiomodus auf Klasse 2 einzustellen (an dem Cambridge Audio Produkt – siehe Bedienerhandbuch wegen Details) und den ASIO-Ausgang mit einem kompatiblen Medienplayer zu verwenden.
- Falls der Medienplayer ASIO nicht unterstützt, empfehlen wir dennoch den Cambridge Audio Treiber, wobei aber WASAPI (für Vista oder Windows 7) oder DirectSound (nur XP) als der Medienplayerausgang anstelle von ASIO eingestellt ist. Wegen des geringeren Jitter des Cambridge Audio Treibers liefert der Windows-Standardtreiber so immer noch hervorragende Ergebnisse.
- WASAPI steht nur in Vista/Windows 7 zur Verfügung. DirectSound kann ohne Nachteile mit XP verwendet werden.

Für PCs, die die oben angegebenen Mindestspezifikationen nicht erfüllen:

- Windows Vista/Windows 7: Wir empfehlen, den Windows-Standardtreiber zu verwenden, den USB-Audiomodus auf Klasse 1 einzustellen (an dem Cambridge Audio Produkt – siehe Bedienerhandbuch wegen Details) und WASAPI mit einem kompatiblen Medienplayer zu verwenden. Dadurch wird die starke Verzerrung von DirectSound vermieden.
- Windows XP: wir empfehlen, den Windows-Standardtreiber zu verwenden, den USB Audiomodus auf Klasse 1 einzustellen und DirectSound mit einem kompatiblen Medienplayer zu verwenden. DirectSound wird bereits der Standardausgang sein und kann ohne Nachteile am XP verwendet werden.
- Man beachte, dass ohne den Cambridge Audio Treiber und USB Audiomodus Klasse Windows über USB höchstens 24 Bit/ 96 kHz ausgeben kann.
- Mit ASIO oder WASAPI als Ausgang sind in keinem dieser Beispiele weitere Einstellungen erforderlich und das Ausgangssignal (Abtastrate/Bittiefe) wird je nach dem wiedergegebenen Content dynamisch angepasst.

USB-Leitfaden für Einsteiger

USB steht für Universal Serial Bus und wurde als generische Schnittstellennorm entwickelt, um den Anschluss an unterschiedliche Geräteklassen über einfaches "Plug and Play" zu gestatten. Jede eigene Geräteklasse hat ihre eigenen spezifischen Anforderungen, und die USB-Normen berücksichtigen diese zum allergrößten Teil. Dies stellt für den User eine große Vereinfachung dar, gestattet aber auch komplexen Multifunktionsgeräten die Kommunikation mit dem angeschlossenen PC über eine einzige universelle Verbindung.

Dateiformate:

Auf dem Audiopfad zwischen Ihrer gespeicherten/gestreamten digitalen Audiodatei und Ihren Ohren befinden sich viele Stationen. Es beginnt mit dem digitalen Audiodateiformat. Wie meist bekannt ist, können zahlreiche verschiedene Dateitypen heruntergeladen bzw. gekauft werden. Da das digitale Speichern immer preiswerter wird und die Dateigröße immer weniger ein Problem darstellt, empfehlen wir für Audiodateien entweder die FLAC- oder WAV-Codierung. Sie komprimieren die Dateien nicht so, dass Audioqualität zugunsten von Dateigröße geopfert wird. Natürlich gibt es auch verlustfreie Datenformate wie etwa Lossless AAC und WMA Lossless. Bei diesen handelt es sich aber um proprietäre Formate, die nur auf bestimmten Medienplayern wiedergegeben werden können.

Medienplayer:

Medienplayer sind die zweite Station auf dem Audiopfad. Die CODECs der Medienplayer decodieren das Dateiformat in einen Audiostrom, der über den Windows Kernel übertragen wird. Einige dieser Player haben wir einer Prüfung unterzogen, und die Optionen ändern sich ständig, wie alles in der Computerwelt. Einige Beispiele für Medienplayer: foobar2000, Mediamonkey, JRiver Media Centre, iTunes, VLC und Winamp

Bei einigen Playern haben wir Eigenarten entdeckt:

VLC: die Lautstärke beim VLC nicht über 95% erhöhen; VLC erzeugt beim Umskalieren der Abtastwerte ein Clipping.

iTunes: bei der Wiedergabe durch Mac/PC erscheint die Abtastrate festgelegt zu sein.

Macintosh: In Audio-Midi-Setup die Abtastrate einstellen. Sie tut dies nicht automatisch. Wir empfehlen eine Einstellung auf die native Abtastrate der wiedergegebenen Audiodateien.

PC: im Quicktime-Player zu Optionen gehen und die Abtastrate des Ausgangssignals einstellen. Bei Verwendung von Windows Vista oder Windows 7 bitte Windows Audio Session (WASAPI) als das Ausgabeverfahren wählen.

Kernel Streaming

Kernel Streaming ist das von dem Betriebssystem Windows verwendete Verfahren zur Audioübertragung. Durch Kernel Streaming gelangt das Audiosignal von dem Medienplayer zu dem Audiotreiber (entweder der native Windows-Treiber oder der USB-Treiber von Cambridge Audio). Die Kernel-Streaming-Layer der Audioübertragung ist auch mit dem Zusammenmischen von Windows-Sounds oder mehreren Audioplayback-Strömen beschäftigt.

Es gibt verschiedene Arten des Kernel-Streaming. Die Details einiger der unterschiedlichen Verfahren finden sich weiter unten. Diese Audioübertragungslayer kann sich leider abträglich auf den Audiostrom auswirken. Nachfolgend werden die verschiedenen Kernel-Streaming-Verfahren beschrieben, und es werden die empfohlen, die die geringste Verzerrung/Interferenz garantieren. Diese Informationen beziehen sich aber nur auf Windows.

Directsound

Dabei handelt es sich um die am häufigsten anzutreffende bzw. verwendete Methode des Kernel Streaming, und sie ist unabhängig vom Betriebssystem der Standard für fast alle Medienplayer. Unter Windows XP kann zuverlässig eine geringe Verzerrung mit dynamisch eingestellter Abtastrate erzielt werden.

Ab Windows Vista wird DirectSound durch WASAPI emuliert. Wir raten von DirectSound unter Vista und Windows 7 ab, weil es zu recht signifikanter zusätzlicher Verzerrung führt. Die Abtastrate ist auf eine in dem fortgeschrittenen Teil des Windows-Sound-Setup eingestellte vordefinierte Ausgaberate festgelegt.

WASAPI

Windows Audio Session Application Programming Interface (WASAPI) ist die neueste Kernel-Streaming-Methode. WASAPI wurde als Ersatz für DirectSound eingeführt. Sie gestattet einen exklusiven Modus, der Windows-Sound nicht mit dem Audioausgabestrom vermischt. Sie gestattet zudem ein dynamisches Einstellen der Abtastrate des Ausgabestroms je nach dem Ausgangssignal des Medienplayers. WASAPI sollte immer der Vorzug vor DirectSound unter Windows Vista und 7 gegeben werden, wenngleich es nur die Funktionalität von DirectSound in XP zu ersetzen scheint.

Oft ist ein Plug-in für Ihren Medienplayer zur Unterstützung der WASAPI-Ausgabe erforderlich, wenngleich einige Medienplayer sie nativ unterstützen.

ASIO (Audio Stream Input/Output)

ASIO stellt eine weitere Methode dar für die Audioübertragung, ist aber kein Kernel-Streaming. ASIO ist eine Entwicklung von Steinberg, um einen Teil des normalen Audiopfads von der Wiedergabeapplikation durch das Windows-Audiosystem (einschl. Kernel-Mixer und die dadurch bewirkte Verzerrung) zu umgehen. Das Ergebnis ist ein direkterer Pfad zu dem Cambridge Audio USB-Produkt mit einem bitperfekten Audiostrom mit niedriger Latenz von Content bis zu 24 Bit/192 kHz ohne irgendeine Änderung der Abtastrate. Um ASIO zu verwenden, wird Ihre Medienplayer eine Art von Ausgangs-Erweiterung (Plug-in) erfordern. ASIO kann (an dem Cambridge Audio USB-Produkt

- siehe Bedienungsanleitung wegen Details) nur im USB-Audiomodus Klasse 2 verwendet werden, wobei der kostenlose Cambridge Audio USB 2.0 Treiber verwendet wird.

USB Audio Klasse 1 & Klasse 2

USB Audio Klasse 1 war die erste von Windows eingeführte USB Audio Klasse. Durch Herstellen eines mit dem Windows Driver Model kompatiblen Geräts können Audiodaten mit bis zu 24 Bit/ 96 kHz Abtastfrequenz über UBS übertragen werden. Ihr Cambridge Audio Gerät werksseitig als ein USB Audiogerät der Klasse 1 eingestellt. Also einfach einstecken und als Ihr Standardausgabegerät wählen und es wird funktionieren, da der Treiber bereits Teil des Betriebssystems ist. Dieser Modus wird häufiger von Versionen von Linux und Max OSX vor 10.5 (Snow Leopard) unterstützt. USB Audio Klasse 1 funktioniert mit größerer Wahrscheinlichkeit mit älteren Rechnern und solchen, die mit dem langsameren USB 1.1 kompatibel sind.

USB Audio Klasse 2 ist eine viel jüngere Entwicklung, die die Übertragung von höheren Datenraten über USB gestattet. Die höchste von USB Audio Klasse 2 unterstützte Datenrate beträgt mit 24 Bit/192 kHz das Doppelte der von Klasse 1. Falls Ihr Cambridge Audio Produkt Klasse 2 unterstützt, finden Sie Angaben über das Umschalten zwischen USB Audio Klasse 1 und Klasse 2 in der Bedienungsanleitung. Die Setup-Anleitung erklärt, wie Sie den Cambridge Audio USB Audio-Treiber installieren.

Mit dem Cambridge Audio Treiber können Sie auf Features wie ASIO zugreifen (wie in der USB Audio-Zusammenfassung erläutert) und ein besseres Ergebnis erhalten als mit der nativen Windows-Unterstützung für asynchrone Datenübertragung.

USB-Datenstrom - Format/Taktung

Zur Berücksichtigung der Anforderungen einer Vielzahl von verschiedenen USB-Geräteklassen enthält die USB-Norm mehrere Datenübertragungsformate. Diese Anleitung beschäftigt sich nur mit dem als isochroner Transfer bezeichneten Datenübertragungsformat für den Audiotransfer. Eine Zusammenfassung von vielen der in dieser Anleitung erwähnten Themen der USB-Norm finden Sie (auf Englisch) hier: <http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb1.shtml>. Viele Dokumente zur USB-Norm finden Sie auch auf USB.org.

Beim isochronen Transfer werden Datenpakete in einem ständigen Strom von dem Host (Ihrem Computer) zu dem Gerät (Ihrem Cambridge Audio USB Audio Produkt) übertragen. Geht ein Paket aus dem Datenstrom verloren, wird es nicht erneut gesendet. Würde ein Paket noch einmal gesendet und dafür der Strom gestoppt, würde in den Audiostrom eine Latenz eingeführt, was zu hörbaren Aussetzern und Pops oder einem Taktverlust führen könnte. Stattdessen geht das Paket verloren, was kaum zu hören ist.

Alle USB-Pakete werden in von dem Computer (Host) definierten periodischen Frames übertragen. Es gibt drei Arten von USB-Audiogeräten: synchrone, adaptive und asynchrone.

Synchron

Synchrone USB-Geräte nehmen alle Datenpakete an, die der PC-Host ihnen sendet. Dies kann alle paar Sekunden zu einem Aussetzer führen, wenn sich die Differenz zwischen der ursprünglichen Abtastrate und der vom Host definierten aufsummiert. Dies ist die einfachste Methode zum Umsetzen von USB Audio, ist aber wegen der Aussetzer in dem Audiosignal auf Geräte im unteren Marktsegment beschränkt.

Adaptiv

Adaptive USB-Geräte nehmen Datenpakete an, verstellen jedoch den Takt des Ausgangsstroms dynamisch, um das Entfernen etwaiger Aussetzer aus dem Audiostrom zu unterstützen. Das Problem beim Verlangsamen oder Beschleunigen der Haupttaktfrequenz besteht darin, dass sich alle Datenabtwerte nach vorne und hinten bewegen, um die Synchronität mit dem sich ständig verändernden Haupttakt aufrechtzuerhalten. Der Mangel an einem durchgehenden und stetigen Haupttakt führt in dem Audiostrom zu erheblichem Jitter.

Asynchron

Die Umsetzung von asynchronem USB ist am kompliziertesten, verändert aber die Rolle von Host und Gerät. Bei adaptivem und synchronem USB definiert der PC die Intervalle zwischen gesendeten Datenpaketen. Bei asynchronem USB Audio wackelt der Schwanz mit dem Hund. Das Gerät fordert den Host auf, entsprechend seinem Durchsatz mehr oder weniger Samples zu senden. So kann das Audiogerät die Datenübertragung mit seinem eigenen Haupttakt synchronisieren, wodurch alle Nachteile des adaptiv und synchronen USB verhindert werden. Dies ist per se das Datenübertragungsverfahren mit dem geringsten Jitter. Dafür ist es in der Umsetzung am komplexesten, da das Gerät zum Steuern der Datenübertragungsrate eine Rückkopplungsschleife anlegen muss.

Kabel

Bei der Wahl eines USB-Kabels sollte auf die Auszeichnung mit TID-Nummer und USB2.0-Zertifiziert-Logo geachtet werden. Vermeiden Sie den Einsatz von USB-Verlängerungskabeln oder von über 5 Meter langen Kabeln. Obwohl es so aussieht, als wenn die Wahl des Kabels für ein rein digitales Signal nicht wichtig ist, kann jede Signalverschlechterung oder jede im Stromnetz verursachte Störung zu einem Verlust von Audiodatenpaketen führen.