

## Einführung

SonoBus ist eine kostenlose, elegante, plattformübergreifende Open-Source-Peer-to-Peer-Lösung, mit der mehrere Benutzer aus der Ferne Audio in Echtzeit mit der höchstmöglichen Qualität und der geringstmöglichen Latenz über das Internet gemeinsam nutzen können.

Mit SonoBus haben Sie die vollständige Kontrolle über Ihre Audio-Sende- und Empfangsqualität pro Benutzer. Es enthält auch optionale integrierte Audioeffekte (Komprimierung, Noise Gate, Equalizer), um sowohl die Qualität und den Pegel des von Ihnen gesendeten als auch des empfangenen Audios zu optimieren (Master Mix Reverb).

Das Programm enthält individuelle Level- und Stummschaltungssteuerungen für jeden Spieler in der Sitzung. Es hat auch die Möglichkeit, eine Audiodatei zusammen mit Ihrem Live-Spiel zu mischen und den gemischten Stream an alle anderen in der Sitzung zu senden. Zu den zusätzlichen Funktionen gehört die Möglichkeit, die gesamte Sitzung auf der Festplatte aufzuzeichnen, einschließlich der Unterstützung mehrerer Spuren.

Eine fein abgestimmte Steuerung der Latenz auf Benutzerbasis ist durch manuelle oder automatische "Jitter Buffer" -Steuerung möglich, die verwendet wird, um Ausfälle aufgrund von Jitter im Netzwerkpaket-Timing zu minimieren. Spieler können ihre Jitterpuffereinstellungen für niedrigstmögliche Latenz oder höchste Qualität optimieren.

SonoBus verwendet derzeit KEINE Verschlüsselung für die Datenkommunikation. Obwohl es sehr unwahrscheinlich ist, dass es abgefangen wird, denken Sie bitte daran. Alle Audiodaten werden direkt zwischen Peer-to-Peer-Benutzern gesendet. Der Verbindungsserver wird nur verwendet, damit sich die Benutzer in einer Gruppe anhand des Sitzungsnamens finden können.

Die erste Version von SonoBus bietet vorgefertigte ausführbare Dateien für Windows, Mac und iOS. Linux-Clients können aus auf GitHub gehostetem Quellcode erstellt werden. SonoBus funktioniert entweder als eigenständige Anwendung und auch als Audio-DAW-Plug-In (VST / AAX unter Windows, VST / AU / AAX unter Mac).

Binäre Downloads des Programms sowie ein Link zum GitHub-Quellcode-Repository für alle Plattformen finden Sie unter: <https://sonobus.net>

## Installieren

Man/Frau braucht:

Ein Laptop oder Desktop-Computer, auf dem entweder das Apple Mac- oder das Windows-Betriebssystem ausgeführt wird. Die SonoBus-Software ist die erste derartige Software für iOS, sodass auch ein iPhone oder iPad mit Apple iOS 11 oder neuer verwendet werden kann. Es wird berichtet, dass Windows 7, Windows 8 und Windows 10 mit SonoBus gut funktionieren. SonoBus sollte auch unter Linux auf einer Vielzahl von Hardwareplattformen funktionieren.

Eine installierte Kopie des SonoBus-Clients für Mac, Windows oder iOS (Linux-Clients können aus dem Quellcode erstellt werden, es gibt jedoch noch keine installierbaren Pakete dafür). Laden Sie die entsprechende Version von SonoBus von <https://sonobus.net> herunter und installieren Sie sie.

**DRINGEND empfohlen:** Ein Ethernet-Kabel und / oder Adapter zum Anschließen des Computers an Ihren Router oder Ihr Kabelmodem. WiFi funktioniert, ist jedoch eine zusätzliche Schicht der Paketsequenzierung und fügt immer viel Jitter hinzu, was eine größere Puffergröße erfordert. SonoBus empfiehlt dringend die Verbindung über Ethernet.

**Empfohlen:** Kabelgebundene Kopfhörer oder Ohrhörer. Bluetooth-Kopfhörer funktionieren aufgrund der zusätzlichen Verzögerung (bis zu 250 ms) von Bluetooth-Audio nicht. Schallisolierende Kopfhörer sind am besten. Ohne Kopfhörer hören andere Musiker ein irritierendes Echo von Ihren Lautsprechern, das in Ihr Mikrofon zurückgespeist wird (falls Sie eines verwenden).

Wenn Sie unter Windows arbeiten, wird dringend empfohlen, die ASIO-Treiberoption zu verwenden, entweder mit dem ASIO-Treiber, der mit Ihrem Audio-Interface funktioniert, oder indem Sie ASIO4ALL für Ihr integriertes Audio installieren oder alles, was keinen ASIO-Treiber hat für sich. Siehe auch Verwandte Ressourcen weiter unten.

Stellen Sie die Energieverwaltungsoptionen / -pläne auf Ihrem System nach Möglichkeit auf „Hochleistung“ ein, insbesondere wenn Sie ein Laptop-Gerät verwenden. Dies verringert die Möglichkeit, dass die CPU-Drosselung und / oder der automatische Ruhezustand des USB-Geräts den reibungslosen Audiofluss beeinträchtigen.

Ihre Erfahrung kann variieren. Manchmal ist das Setup sehr frustrierend, aber deshalb schreiben wir dieses Dokument - um Ihnen den Einstieg zu erleichtern. SonoBus funktioniert möglicherweise nicht gut, wenn Ihre Internetverbindung nicht schnell genug ist oder wenn während der „Internet Rush Hour“ viel Verkehr im Internet herrscht. Versuchen Sie es einfach zu einem anderen Zeitpunkt, wenn weniger Internetverkehr herrscht. Manchmal können Sie Abhilfe schaffen, indem Sie Einstellungen für die Portweiterleitung an Ihrem Heim-Internet-Router hinzufügen, oder DSL oder Kabelmodem können helfen. Dies geht jedoch über den Rahmen dieses Dokuments hinaus.

## **Informationen zur Latenz**

Wie viel Latenz ist zu viel? Die meisten Experten sind sich einig, dass die Latenz von 40 Millisekunden (ms) ungefähr die Obergrenze für Musik darstellt und dass 25 ms klein genug sind, um „gut genug“ zu sein. Beachten Sie, dass dies Einweg-Latenzzahlen sind. SonoBus meldet sowohl Hin- und Rückschätzungen als auch Einwegschätzungen in beide Richtungen.

Es gibt drei Hauptquellen für Latenz:

Die Verzögerung bei der Pufferung der Audioausrüstung und des Gerätetreibers Ihres Computers

Verzögerung bei der Software-Einrichtung Ihres Computers, die erforderlich ist, um den Netzwerk-Jitter auszugleichen

Verzögerung der Netzwerkverbindungen zwischen Ihnen und den anderen Teilnehmern

Der Teil dieser Gesamtlatenz, über den Sie am einfachsten steuern können, ist die Verzögerung in der Audioausrüstung Ihres Computers. Einige Laptops verfügen über interne Soundhardware, die gut genug ist. In vielen Fällen führt die interne Soundhardware und Treibersoftware jedoch zu einer zu langen Verzögerung, und ein externes digitales Audio-Interface und ein Mikrofon verarbeiten Sound mit geringerer Latenz und höherer Qualität. Einzelheiten finden Sie in Anhang A.

## Einstieg

Bei Audio-Apps wie SonoBus müssen Sie dem Betriebssystem die Berechtigung zur Verwendung Ihres Mikrofons erteilen. Wenn die App zum ersten Mal gestartet wird, fragt Ihr Betriebssystem, ob die Audioeingabe zulässig ist. Antworten Sie daher mit "Ja".

Bei Ihrer ersten Ausführung von SonoBus müssen Sie auch die Ein- und Ausgabegeräte auswählen, die Sie verwenden möchten. Klicken Sie auf die Schaltfläche "Audio einrichten". Wählen Sie unter Windows Ihren ASIO-Treiber (siehe oben).

Sie müssen im angezeigten Dialogfeld auch die aktiven Eingangskanäle und aktiven Ausgangskanäle auswählen, die Sie verwenden möchten. Wählen Sie ein Mikrofongerät für die Eingabe und ein Kopfhörergerät für die Ausgabe. Wenn Sie nur eine Mono-Eingangsquelle (z. B. ein Mikrofon) haben, können Sie alle anderen Eingänge abwählen, sodass nur der für Ihr Mikrofon ausgewählt wird, wodurch die Bandbreite des sendenden Netzwerks verringert wird. Wenn Sie sowohl ein Mikrofon als auch ein Instrument verwenden und diese lieber zentriert haben möchten, wenn sie an andere gesendet werden, können Sie ihre beiden Eingänge auswählen und auch festlegen, wie diese auf den linken und rechten Kanal verschoben werden sollen. Klicken Sie oben im Hauptfenster auf die Schaltfläche "In Pan", um dies anzupassen.

Sie können eine Abtastrate wählen. 48000 Hz werden empfohlen, aber 44100 Hz funktionieren auch. Die verschiedenen Teilnehmer, mit denen Sie sich verbinden, müssen hier NICHT die gleiche Einstellung haben. Audio wird bei Bedarf automatisch neu abgetastet.

Wählen Sie eine Audiopuffergröße für Ihre eigene Ausgabe. Dadurch wird eine Basislinie für Ihre gesendete Audio-Latenz festgelegt. Je niedriger der von Ihnen gewählte Wert ist, desto geringer ist Ihre Sendelatenz, jedoch auf Kosten einer erhöhten Verarbeitung und eines höheren Netzwerkpaket-Overheads. Im Allgemeinen ist die Auswahl von 256 sicher, aber für eine geringere Latenz verwenden Sie 128 Samples. Sie können niedriger arbeiten, wenn Ihre Hardware dies unterstützt. Dies ist jedoch nur dann von großem Vorteil, wenn Sie eine der unkomprimierten PCM-Sendequalitätsoptionen verwenden, mit denen diese kleineren Puffergrößen verwendet werden können. Mehr dazu im Abschnitt „Sendeformat und -qualität“ weiter unten. Viele Benutzer haben Erfolg mit 64 Beispielen. Wenn Sie in Ihrem eigenen überwachten Audio bei sehr niedrigen Puffergrößenwerten „Knistern“ hören, erhöhen Sie die Ausgabepuffergröße. Unter Windows, speziell mit USB-Audio-Interfaces, wurde berichtet, dass die Verwendung einer Abtastrate von 48000 Hz zusammen mit einer Audiopuffergröße, die genau durch 1 ms teilbar ist, wie z. B. 48, 96, 144, bei Verwendung der PCM-Sendequalität die minimale Latenz erreichen soll. oder 192 Proben können die stabilsten Ergebnisse liefern.

Wenn oben ein gelber Balken angezeigt wird, der besagt, dass Ihr Audioeingang stummgeschaltet ist, um Rückkopplungen zu vermeiden, können Sie die Taste oben rechts drücken, um die Stummschaltung des Eingangs aufzuheben. Wenn Sie einen Mikrofoneingang verwenden, benötigen Sie Kopfhörer. Schließen Sie diese daher unbedingt an, bevor Sie die Stummschaltung aufheben.

## Feinabstimmung Ihrer Verbindungen

### Jitterpuffer erhalten

Netzwerkarchitektur und Protokolle priorisieren im Allgemeinen die Zuverlässigkeit gegenüber der Geschwindigkeit und der Reihenfolge der Datenpakete. Pakete werden regelmäßig "verworfen". Diese verworfenen Pakete werden regelmäßig außerhalb der Reihenfolge erneut gesendet und können umgeleitet werden. Unterschiedliche Routen haben unterschiedliche Übertragungszeiten, und empfangene Pakete werden regelmäßig außerhalb ihrer ursprünglichen Zeitsequenz zugestellt. Beim Live-Streaming von Audio führt dieser „Jitter“ dazu, dass der empfangene Audioton „aufbricht“ und die ursprüngliche Sequenz wiederhergestellt werden muss, bevor sie unseren Ohren präsentiert werden. Dies erfolgt durch Sammeln ankommender Pakete in einem "Empfangsjitterpuffer", wo sie in ihre ursprüngliche Zeitsequenz zurückverarbeitet werden. Diese Verarbeitungszeit ist eine der Hauptlatenzen, mit denen Sie umgehen müssen.

Das eigentliche Problem bei Peer-to-Peer-Verbindungen besteht darin, dass die Latenzen zu / von jedem Teilnehmer unterschiedlich sind. Abhängig von der jeweiligen Internetverbindungsqualität und der Hardwaregeschwindigkeit gibt es für jeden eine optimale Puffergröße. Sie müssen für jeden verbundenen Benutzer eine Optimierung durchführen.

Einer der Vorteile von SonoBus besteht darin, dass Sie jeden Teilnehmer dynamisch in Echtzeit anpassen können, sodass sich die Audioqualität sofort ändert, wenn die Puffergröße geändert wird. Wenn ihre Puffergröße zu klein ist, fehlen einige (oder alle) ihrer Pakete und ihr Audio klingt "rau". Zu groß, und die Gesamtlatenz wird für das gemeinsame Abspielen von Musik hörbar und unerträglich.

Eine anfängliche Jitter Buffer-Einstellung finden Sie im Options-Popup (Zahnrad). Diese Standardeinstellung wird auf den eingehenden Stream angewendet, wenn Sie zum ersten Mal eine Verbindung zu neuen Personen herstellen. Sie muss jedoch basierend auf den jeweiligen Bedingungen optimiert werden.

Bei der Installation fügt SonoBus jeden Teilnehmer mit seinem Jitterpuffer im Modus "Auto" hinzu. Wenn SonoBus in Auto verworfene Pakete zu oft erkennt, wird die Größe des Jitterpuffers nach oben verschoben. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn Sie möglicherweise andere Parameter ändern oder wenn sich die Netzwerkbedingungen ändern.

Wenn Sie den Auto-Modus für den Empfangsjitterpuffer verwenden, möchten Sie die Einstellungen vom niedrigstmöglichen Startpunkt aus beginnen. Tippen Sie für den Channel-Strip jedes Teilnehmers (für jeden verbundenen Benutzer gibt es einen) auf den Bereich im

User-Strip, in dem der Recv-Jitter-Puffer angezeigt wird, und ziehen Sie in diesem Popup entweder den Jitter-Buffer-Schieberegler ganz nach links (Sie können sich bewegen jederzeit (auch in Auto) oder für einen schnelleren Weg die Taste | <links neben dem Schieberegler drücken. Möglicherweise hören Sie Störungen oder Aussetzer, da sich das Gerät automatisch größer anpasst. Wenn es sich nicht mehr ändert und Sie sauberes Audio hören, ist dies oft ein guter Ort für diesen Teilnehmer. Sie können auch den Modus auf Manuell (von Auto) umschalten und diese Größe verwenden.

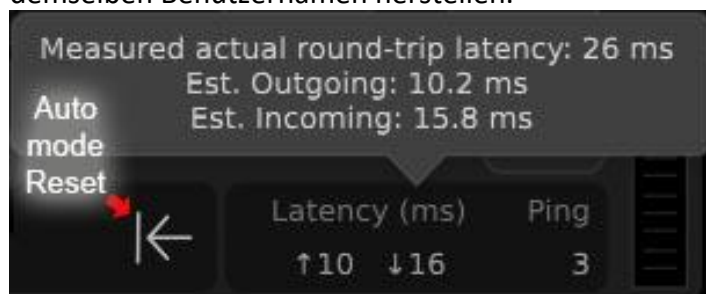
Es gibt einen Modus namens "Initial Auto", der die oben beschriebenen Schritte ohne Benutzereingriff ausführt. Wählen Sie diese Option, wenn Sie die niedrigste Latenz anstreben und nicht möchten, dass sich die Größe des Jitterpuffers für vorübergehende Aussetzer auf Sie einschleicht. Wenn sich die Netzwerkbedingungen zu stark ändern und Sie in diesem Modus konsistente Aussetzer vom anderen Ende erhalten, klicken Sie einfach auf die Schaltfläche | <Zurücksetzen, um den automatischen Vorgang neu zu starten. Wenn es sich in der automatischen Phase befindet, zeigt die Anzeige auf dem Jitterpuffer-Messgerät (IA-Auto) an, und wenn es sich auf einen festen Wert einstellt, wechselt es zu (IA-Man).

Pro-Tipp: Wenn Sie in den Auto-Modi die Alt-Taste (Option auf dem Mac) gedrückt halten, während Sie auf die Schaltfläche | <Zurücksetzen klicken, werden die Empfangs-Jitter-Puffer für alle Teilnehmer zurückgesetzt.

Im manuellen Modus können Sie möglicherweise auch die Größe des Empfangsjitterpuffers jedes Teilnehmers etwas verringern, und dies jederzeit. Um die Puffergröße anzupassen, nehmen Sie einfach die manuelle Steuerleiste und ziehen Sie sie nach links und rechts. Wenn Sie es zu niedrig einstellen, hören Sie SOFORT ihre "Aussetzer". Erhöhen Sie die Puffergröße um ein oder zwei Schritte, und Sie haben die Puffergröße dieses Kanals optimiert.

Möglicherweise hören Sie in Zukunft Störungen aufgrund von Netzwerkinkonsistenzen. Wenn Sie sich jedoch mehr für eine geringe Latenz interessieren, ist dies ein Kompromiss, den Sie möglicherweise selbst eingehen müssen.

Zum Glück merkt sich SonoBus diese "optimierten" Jitterpuffer-Einstellungen nach Benutzernamen und wendet sie an, wenn sie das nächste Mal eine Verbindung mit demselben Benutzernamen herstellen.



## Latenz- und Jittermessungen

Der Erfolg von SonoBus hängt von der Gesamtqualität der Verbindung zwischen Ihren Kopfhörern / Mikrofonen und Ihren SonoBus-Teilnehmern ab. Nach der Audiohardware und der Prozessorfähigkeit Ihres Geräts ist Ihre Internetverbindung der zweitwichtigste Faktor für Ihren Erfolg bei SonoBus. Mit diesem kostenlosen Dienst können Sie sowohl

Geschwindigkeit, Latenz als auch Jitter von Ihrem Gerätenetzwerkport zum Server Ihres Internetdienstanbieters testen: <https://speed.cloudflare.com>

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Ping / Latenz-Schaltfläche rechts neben dem Kanalzug jedes Teilnehmers. Wenn diese Taste gedrückt wird, misst sie in Echtzeit die Roundtrip-Latenz von Ihnen zu diesem anderen Benutzer und zurück. Der angezeigte Ping-Wert ist nur der Teil des vom Netzwerk selbst induzierten Werts, auch eine Hin- und Rückfahrt (von Ihnen zu ihnen und zurück). Die gesamte Roundtrip-Latenz besteht aus diesem Ping zusammen mit den Einstellungen für den Empfangsjitterpuffer, den Einstellungen für die Audiopuffergröße und möglicherweise anderen Verzögerungen des komprimierten Opus-Audiocodecs (bei Verwendung werden an jedem Ende 2,5 ms mehr an jedem Ende eingeführt) an beiden Enden.

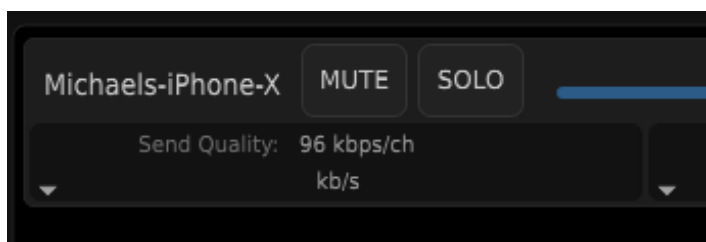
Das Popup, das Sie nach dem Drücken der Schaltfläche sehen, zeigt die gesamte Roundtrip-Latenz sowie Schätzungen der 2 Latenzen in einer Richtung (Sie -> sie und sie -> Sie) an, die sich zu dieser Summe summieren sollten. Diese Schätzungen können Ihnen helfen, zu erkennen, dass Ihr Jitter-Puffer für den Empfang des Audios möglicherweise relativ klein ist, der für den Empfang Ihres Audios jedoch möglicherweise größer ist. Die tatsächliche Latenz ist möglicherweise größer, da Ihr Audio-Interface möglicherweise mehr Latenz aufweist, die nicht durch den Messvorgang dargestellt wird.

### Format und Qualität senden

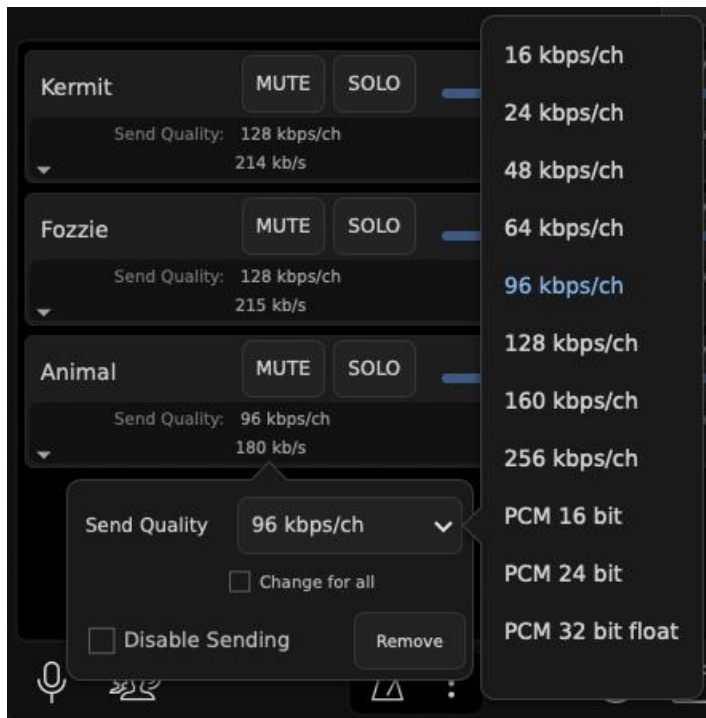
Mit SonoBus können Sie das Audioformat (komprimiert oder unkomprimiert) und die Qualität auswählen, die Sie jedem Teilnehmer der Sitzung einzeln senden.

Dies ermöglicht das Anpassen des Kompromisses zwischen Latenz und Qualität.

Wählen Sie die Audioqualität aus, die Sie an einen Benutzer senden möchten, indem Sie direkt unter dem Namen des Benutzers auf den Bereich "Sendequalität" klicken:



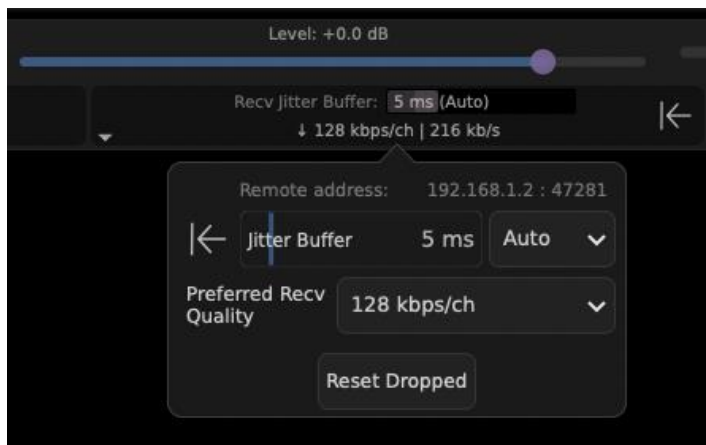
Klicken Sie im angezeigten Bereich auf die Dropdown-Liste (im Bild unten wird „96 kbps / ch“ angezeigt) und wählen Sie die Qualität aus, die Sie an diesen Benutzer senden möchten:



Aktivieren Sie "Für alle ändern", um das Sendeformat für alle anderen Spieler in der Sitzung zu ändern.

Darüber hinaus können Sie das Audioformat und die Qualität ändern, die ein Remote-Benutzer an Sie sendet.

Klicken Sie dazu auf den Statusbereich "Jitter Buffer" unter dem Ebenenregler des Benutzers:



### Wenn Sie keine Verbindung herstellen können

Manchmal versuchen Sie möglicherweise, eine Verbindung zu einer Gruppe herzustellen, und eine oder mehrere der darin enthaltenen Personen werden möglicherweise mit einer Fehlermeldung angezeigt, die darauf hinweist, dass sich einer von Ihnen möglicherweise hinter einem inkompatiblen Router befindet und die Portweiterleitung in Ihrem Internet-Router einrichten muss. Das erste, was Sie in diesem Fall versuchen sollten, ist, einfach die Verbindung zur Gruppe zu trennen und erneut eine Verbindung herzustellen. Manchmal wird das Problem dadurch behoben. In anderen Fällen handelt es sich um eine echte Inkompatibilität, da sich eine der Personen möglicherweise in einem institutionellen

Netzwerk (Unternehmen oder Bildungseinrichtungen) befindet und häufig so konfiguriert ist, dass sie für Peer-to-Peer-Netzwerke unfreundlich sind.

Wenn Sie Zugriff auf das Administrations-Dashboard Ihres eigenen Internet-Routers haben, können Sie häufig die Portweiterleitung einrichten. Aktivieren Sie in den SonoBus-Einstellungen unter Optionen den Befehl Spezifischen UDP-Port verwenden und wählen Sie eine beliebige Nummer aus (in diesem Beispiel 12000). Richten Sie dann in der Verwaltungssteuerung Ihres Internet-Routers eine Portweiterleitung für UDP für Port 12000 ein und leiten Sie diese an die interne Netzwerkadresse des Ports 12000 Ihres Computers weiter. Oft reicht dies aus, um solche Probleme zu beheben.

Um zu überprüfen, ob sich Ihr lokales Netzwerk hinter einem "Symmetric NAT" -Router befindet, der Probleme mit SonoBus (und anderen Peer-to-Peer-Systemen) verursachen kann und eine manuelle Portweiterleitung erfordert, besuchen Sie diese Website und führen Sie einen Test durch, um zu überprüfen, ob Sie sich dahinter befinden ein "Standard" - oder "Symmetric" -NAT-Router:

<https://clients.dh2i.com/NatTest/>

Um die Portweiterleitung verwenden zu können, muss der Computer, auf dem SonoBus ausgeführt wird, eine feste interne IP-Adresse in Ihrem Heimnetzwerk haben. Standardmäßig erhalten die meisten Computer über DHCP eine dynamische IP-Adresse vom Router, wenn sie eine Verbindung zum Netzwerk herstellen.

Sie müssen die IP-Adresse auf Ihrem Computer manuell auf eine im Bereich 192.168.XX oder einen anderen von Ihrem Router verwendeten Bereich einstellen und sicherstellen, dass die von Ihnen ausgewählte Adresse außerhalb des Bereichs liegt, den der Router für die Zuweisung von IP verwendet Adressen an andere Geräte dynamisch.

Es gibt viele Artikel im Internet zum Einrichten einer festen IP-Adresse für einen Computer in Ihrem lokalen Netzwerk. Dieses Verfahren geht über den Rahmen dieses Handbuchs hinaus.

Die genauen Anweisungen zum Konfigurieren Ihres Internet-Routers sind für jeden unterschiedlich. In der Regel finden Sie die erforderliche Konfiguration in einem Abschnitt "Erweitert" oder "Firewall" der Administrations-Weboberfläche für Ihren Router in einem Abschnitt "Portweiterleitung". Sie werden wahrscheinlich eine "benutzerdefinierte" Weiterleitung auswählen, UDP auswählen, die Portnummer 12000 (oder die in den SonoBus-Optionen eingegebene Portnummer) eingeben und die IP-Adresse für Ihren Computer im Netzwerk auswählen (einige Router bieten Ihnen hilfreiche Optionen von Maschinen, die es bereits in Ihrem Netzwerk erkennt). Diese Adresse sollte die feste Adresse sein, für die Sie Ihren Computer wie oben beschrieben eingestellt haben.

Einige Benutzer haben berichtet, dass die einfache Verwendung dieser Portweiterleitung bei einigen Routern die Netzwerk-Jitter-Leistung verbessern kann, selbst wenn Sie überhaupt keine Verbindungsprobleme hatten.