

# Choir@Home

## Technologielösungen für einen virtuellen Chor

### **Nutzung von Videokonferenz- systemen für gemeinsames Musizieren**

Gemeinsames Musizieren und Singen über das Internet waren eine der wenigen verbliebenen Möglichkeiten, um in der Pandemiezeit einen Chor, eine Band oder gar ein Orchester zum gemeinsamen Musizieren zu vereinen. Auch nach der restriktiven Zeit der Distanz werden diese Formen des kollaborativen Musizierens weiterhin genutzt, da sie sich einerseits etabliert haben, andererseits aber nach wie vor eine simple Möglichkeit ohne großen Aufwand und Zeitinvest Distanzen zu überwinden. Auch die Entwicklung von Technologien und die Etablierung von Breitbandinternet macht die Übermittlung von hohen Datenraten möglich. Nachfolgend werden verschiedene Tools mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt. Tools und Apps für audiovisuelle Kommunikation haben in den letzten Jahren einen immensen Akzeptanzgewinn erlebt. Bekannte Plattformen wie Skype, Zoom, Microsoft Teams, Webex und Ähnliche machen die Kommunikation und Absprachen zeitgleich über jede Distanz möglich. Entwickelt wurden diese Plattformen für den Konferenzaustausch. Ein breiter Markt von Videokonferenzsystemen dient vor allem dem Austausch gesprochenen Wortes, die Latenz ist dabei zweitrangig, da sie in dem Gespräch wenig auffällt. Auch für das gemeinsame Musizieren und Singen werden sie genutzt, um ortsunabhängig ohne großen technischen Aufwand und dem Einsatz von weiterer Technik oder Equipment Musik zu machen. Zudem sind die Tools allgemein etabliert, sind im Umgang einfach zu bedienen und leicht zugänglich. Explizit geschaffene Online-Lösungen für Gesang und Musik entwickelten sich in den letzten Jahren rasant an Qualität, Stabilität und Benutzerfreundlichkeit. Im Folgenden werden Softwarelösungen wie Video-Konferenzsysteme sowie dezidiert entwickelte Soundsoftware vorgestellt, die zum latenzarmen gemeinsamen Musizieren entwickelt wurden.

## Zoom

Die etablierteste und verbreitetste Videokonferenzlösung ist Zoom und damit Marktführer in dem Bereich. Aufgrund der simplen Benutzeroberfläche hat sich Zoom aus dem beruflichen Kontexten emanzipiert und ist auch im privaten Bereich weit verbreitet. Sowohl die Video- als auch Audioübertragung erfüllt einen hohen Standard und ist dabei bis zu einem Zeitlimit kostenfrei. Bis zu 1.000 Teilnehmende können dem Meeting beiwohnen. Von Vorteil haben sich zudem die zusätzlichen Interaktionsräume wie Breakout-Räume gezeigt, mit denen Sessions einfach und gesteuert aufgeteilt werden können. Zudem bietet Zoom mit dem High-Fidelity-Musikmodus eine optimierte Musikübertragungsfunktion für Musiker.

### Vorteile

- hohe Funktionalität
- viele interaktive Funktionen wie bspw. Breakout-Räume
- plattformübergreifend verfügbar
- hohe Anzahl an Teilnehmenden möglich
- hohe Stabilität
- benutzerfreundliche Oberfläche
- High-Fidelity-Musikmodus

### Nachteile

- Zeitlimit bei der kostenfreien Version
- Zuschaltung per Telefon ist mit Kosten verbunden
- Datenintensiv bei vielen Teilnehmenden
- Eingeschränkte Funktionen bei kostenfreier Basisversion

## Microsoft Teams

Im Unternehmensbereich ist Microsoft Teams ein weit verbreitetes Tool für Videokonferenzen. Von einer kostenfreien Version über kostenpflichtige Pro-Versionen kann der/die NutzerIn eine Vielzahl von zusätzlichen Funktionen nutzen, wie Breakout-Räume oder Datenfreigabe. Die kostenpflichtigen Versionen ermöglichen eine Teilnehmendenzahl von bis zu 300. Microsoft Teams integrierte einen Music Mode, welcher die Musik- und Multimediawiedergabe simpler und ruckelfreier gestalten sollte. Für gemeinsames Musizieren ist dieser jedoch weiterhin nur bedingt geeignet, da die Latenz bidirektional nicht ausreichend reduziert wird.

### Vorteile

- Einbindung in Office 365
- hohe Sicherheit und Hilfe-System
- 10 GB Cloud-Speicher für Datentransfer
- optimierte Musikübertragung für Musiker
- 

### Nachteile

- Keine Meeting-Aufzeichnung in der kostenfreien Version
- Komplexe Benutzeroberfläche mit vielfältigen Einstellungsmöglichkeiten
- Grenzen der kostenfreien Basic-Version vglw. schnell erreicht
- Microsoft Teams Essentials wird laut Ankündigung kostenpflichtig

## Skype

Skype ist einer der bekanntesten Dienste, die als Videokonferenz-Software bereits seit 2003 den Markt erobert hat. Über Computer per App, den Webbrowser oder mobiles Endgerät lassen sich kostenfreie Videoanrufe tätigen und mit interaktiven Funktionen wie Handheben, Untertitelung und Übersetzungen ergänzen. Bis zu 100 Teilnehmende können dabei dem Meeting zugeschaltet werden, es fallen für Erweiterungen jedoch ggf. Kosten an. Weitere Möglichkeiten der Gesprächsaufzeichnung und Datenfreigabe ermöglichen auch im Hinblick auf gemeinsames Musizieren und Singen die Nachbereitung und Wiederholungen. Skype gehört seit 2011 zu Microsoft und ist damit eng an die Dienste angebunden.

### Vorteile

- Etablierte und verbreitete Software
- plattformübergreifend nutzbar
- umfangreiche Zusatzfunktionen wie bspw. Aufzeichnungsmöglichkeiten und Datenfreigabe
- kostenfreie Nutzung ohne Zeitlimit bis 50 Teilnehmende (danach kostenpflichtig)
- App-Version für mobile Endgeräte

### Nachteile

- Stabilität
- Benutzeroberfläche ggf. umständlich
- Tonqualität nicht auf Musik und Gesang ausgerichtet
- kein Open Source

# Webex

Die Video-Konferenz-Software Webex von Cisco ist eine cloudbasierte Lösung, die datenschutzrechtlich besondere Sicherheit verspricht.

Die hohe Kompatibilität und Planungsoptionen machen sie für einen betrieblichen Einsatz besonders attraktiv. Datenfreigaben, Host-Übernahmen und Aufnahmeoptionen sprechen für eine hohe Interaktivität. Ein Music-Mode ist für die Übermittlung musikalischer Inhalte optimiert und dient der naturgetreueren Wiedergabe von Stimme und Instrumenten.

Neben der kostenfreien Version mit beschränkten Optionen für 100 Teilnehmende, bietet Cisco auf Grundlage der Premium-Variante die Erweiterung bis hin 200 Teilnehmern.

## Vorteile

- einfache und intuitive Benutzeroberfläche
- simple Interaktivität
- Kalenderintegration
- Aufnahmefunktion
- Musik-Modus für die optimierte Klangübertragung für Instrumentalisten und Sänger

## Nachteile

- begrenzter Zeitintervall auf 50 Minuten in der kostenfreien Version
- Registrierung nur per E-Mail möglich
- Vergleichsweise hohe Preise für die Premium-Version

# Jitsi Meet

Jitsi ist eine Open Source Video-Konferenz-Plattform, die frei zugänglich ist und ohne Kosten verfügbar ist.

Zeitlich unbegrenzt nutzbar und auf bis zu 75 Teilnehmende begrenzt, stellt Jitsi eine praktikable Alternative zu Zoom dar. Eine Begrenzung auf 35 Teilnehmende ist jedoch empfohlen, da sonst die Übertragung zu Einbußen neigen kann.

Neben Tools wie geteiltem Bildschirm oder persönlichem Chat verfügt die Plattform auch über die inzwischen bei nahezu allen Konferenzsoftwares implementierte Option des unkenntlichen Hintergrundes der Teilnehmenden. Eine Schwachstelle stellt der Mangel an End-to-End-Verschlüsselung dar.

## Vorteile

- Open Source und kostenfrei, online nutzbar
- Video-Aufnahmen
- Dateierweitergabe über Chat möglich
- Einfaches Einwahlverfahren

## Nachteile

- komplexere Benutzeroberfläche
- nicht über Internet Explorer nutzbar

# Google Meet

Seit seiner Einführung im Jahr 2020 hat sich Google Meet zu einer der führenden Videokonferenzplattformen etabliert. Durch seine Einbindung von Google-Diensten lässt sich Google Meet simpel in die Terminkalenderfunktion oder Gmail integrieren und macht damit die Zusammenarbeit im Zuge der Google-Anmeldung im Team effizient. Eine KI-generierte Untertitel-Funktion mit automatischer Übersetzung ermöglicht auch die Zusammenarbeit über Sprachbarrieren hinweg. Bei der kostenfreien Version stehen dem Nutzer mit einem Google-Konto Videokonferenzen mit bis zu 100 Teilnehmenden bei einer Dauer von 60 Minuten offen. Darüber hinaus lässt sich die kostenfreie Version durch Abo-Verträge erweitern.

## Vorteile

- Einbindung in den Google Workspace
- plattformübergreifend nutzbar
- intuitiv und benutzerfreundlich
- kostenfreie Nutzung ohne Zeitlimit bis 100 Teilnehmende (danach kostenpflichtig)
- App-Version für mobile Endgeräte

## Nachteile

- Anmeldung eines Google-Accounts notwendig
- Datenschutzbedenken, da Google Nutzerdaten für verschiedene Zwecke sammelt
- Aufzeichnungsfunktion ist kostenpflichtig

## Technologielösungen für einen virtuellen Chor

Video-Konferenz-System	Benutzerfreundlichkeit	Musikmodus	Videoaufnahmen möglich	Dateiübertragung möglich	Kosten
Zoom	++	ja, in der Pro-Version	ja, lokale Speicherung	ja	Basic Version kostenfrei, Pro-Version ab 139€ pro Jahr
Microsoft Teams	++	ja	ja, Cloudspeicher in der Microsoft 365-Version	ja	Basic-Version kostenfrei, Pro-Versionen ab 3,70€ pro Monat
Skype	+	nein	ja	ja, bis 300 MB über Drag&Drop	nein, außer bei Anrufen und Nachrichten außerhalb von Skype
Webex	+	ja	ja	ja, bei kostenpflichtigem Pro-Abo	Basic-Version kostenfrei, Pro-Versionen ab 13,50€ im Monat
Jitsi Meet	+	ja	ja	ja	keine
Google Meet	++	nein	ja, in der Pro-Version	ja	im Rahmen eines Google-Kontos kostenfrei, Pro-Versionen ab 5,75€ im Monat

### Quellen:

<https://explore.zoom.us/de/products/meetings/>  
<https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-teams/compare-microsoft-teams-options?activetab=pivot%3Aprimaryr1&market=de>  
<https://www.skype.com/de/>  
<https://www.webex.com/de/index.html>  
<https://jitsi.org/jitsi-meet/>  
<https://apps.google.com/meet/>  
[https://workspace.google.com/intl/de/pricing.html?o\\_ref=https:%2F%2Fwww.bing.com%2F](https://workspace.google.com/intl/de/pricing.html?o_ref=https:%2F%2Fwww.bing.com%2F)

# Technische Ausstattung für die Nutzung von Videokonferenzsystemen

Videokonferenzsysteme bieten eine solide Grundlage für virtuelle Chorproben. Um diese Softwarelösungen optimal für Chorproben zu nutzen, ist die richtige technische Ausstattung entscheidend.

## Mikrofone

Ein gutes Mikrofon ist notwendig, um eine klare Audioübertragung während der Proben zu gewährleisten.

USB-Mikrofone sind einfach zu bedienen und direkt mit dem Computer verbindbar. Sie bieten eine gute Klangqualität und sind ideal für Teilnehmende, die keine zusätzliche Hardware nutzen möchten.

Das Mikrofon sollte in einem angemessenen Abstand positioniert werden, um Verzerrungen zu vermeiden. Optional kann ein Popfilter verwendet werden, um Plosivlaute zu minimieren.

## Kopfhörer

Hochwertige Kopfhörer sind wichtig, um den Dirigenten und andere Sänger ohne Störungen zu hören.

Over-Ear-Kopfhörer bieten eine ausgezeichnete Geräuschisolierung, sodass der Fokus auf der Musik bleibt. Wichtig ist, dass die Kopfhörer auch über längere Zeit angenehm zu tragen sind.

## Internetverbindung

Eine stabile Internetverbindung ist grundlegend für die Teilnahme an Zoom-Proben.

Eine Kabelverbindung (Ethernet) wird bevorzugt, da sie stabiler und schneller ist als WLAN.

- Geschwindigkeit: Eine Upload- und Download-Geschwindigkeit von mindestens 5 Mbit/s wird empfohlen, um eine reibungslose Audio- und Videoübertragung sicherzustellen.

## Computeranforderungen

Ein leistungsfähiger Computer stellt sicher, dass gängige Videokonferenzsysteme und andere benötigte Anwendungen reibungslos funktionieren.

Die meisten modernen Computer sind ausreichend, aber mindestens ein Dual-Core-Prozessor und 4 GB RAM sollten vorhanden sein, um Verzögerungen zu vermeiden. Auch ausreichend USB-Anschlüsse sind notwendig, um alle Geräte bequem anschließen zu können.

## Webcam

Sofern der Rechner nicht automatisch über eine eingebaute Webcam verfügt, ist eine externe Kamera zur Videoübertragung notwendig. Entsprechende Anschlussbedarfe der Kamera sollten bedacht werden.

## Fazit

Die richtige technische Ausstattung ist entscheidend, um reine Videokonferenz-Chorproben effektiv und produktiv zu gestalten. Durch den Einsatz von hochwertiger Hardware kann die Qualität von Audio und Video maximiert werden, was zu einem reibungsloseren und angenehmeren Probeerlebnis für alle Beteiligten führt. Mit der optimalen Ausrüstung können Chormitglieder auch in virtuellen Proben harmonisch zusammenarbeiten und das Beste aus ihrem musikalischen Schaffen herausholen.

# Einsatz von Lösungen mit geringer Latenz für gemeinsames Musizieren

Neben den Videokonferenzsystemen gibt es geeignetere Methoden für die Kommunikation in Echtzeit. Auch wenn bereits Videokonferenz-Plattformen das Team-Gefühl in Gruppen stärkt, so kann jedoch kein Chor oder keine Band tatsächlich über diese Form von Kollaboration harmonisch bi- oder multidirektional musizieren.

Dem Problem der Latenz – der Verzögerung in der Datenübertragung – nehmen sich dezidierte Plattformen an, um Musizieren in Echtzeit zu ermöglichen. Neben der Plattform hat auch die technische Ausstattung einen großen Einfluss auf die Latenz und Klangqualität. Externe Audio-Interfaces bspw. optimieren die rechnerinternen Verarbeitungsprozesse und wandeln die musikalischen Töne effizienter um und die Audiopakete auf stabilere Art und Weise weiter. Sowohl externe Mikrophone als auch Kopfhörer haben zudem großen Einfluss auf die Klangqualität. Dass darüber hinaus die Plattformen zusätzliche Einstellungsmöglichkeiten haben, ergänzen die technischen Voraussetzungen. Neben den hier genannten fünf Lösungen gibt es noch weitere wie bspw. *Sonobus*, *Farplay* oder *Digital Stage*.

## Jamulus

Eine der bekanntesten Plattformen für Musizieren über das Internet ist die Open-Source-Plattform Jamulus. Diese Plattform wurde eigens für gemeinsames Singen und Musizieren via Netzwerk geschaffen und steht den Nutzern kostenfrei zur Verfügung. Aufgrund der GNU General Public License (GPL) ist die Software frei erweiterbar und strebt Weiterentwicklung durch die Nutzer an.

Jamulus hostet einen eigenen Server, der die Daten bündelt und den Nutzern zurücksendet. Daher ist keine komplexe Serverstruktur durch den Nutzer zu generieren, was die Komplexität deutlich reduziert. Ebenfalls ist die Benutzeroberfläche vergleichsweise überschaubar und die technischen Hürden geringer als bei der Konkurrenz. Die Latenz ist gering, wenn auch nicht so gering, wie bei anderen Softwares. Ausreichend für gemeinsames Musizieren ist sie jedoch zumeist.

Jamulus ist offen für die gängigen Betriebssysteme Windows, MacOS, Linux und Android. Ist die Anzahl der MusikerInnen größer, wird die Bereitstellung eines eigenen Servers ratsam, da durch die öffentliche Nutzung die Kapazitäten der zur Verfügung gestellten Server begrenzt sein kann.

Jamulus verfügt über eine große Community, da die Software bereits 2006 entwickelt wurde. Diese Community unterstützt einander bei häufigen Fragen und bietet Anleitungen auf verschiedensten Plattformen an, was die Ersteinrichtung deutlich vereinfacht.

Die Community schließt sich auch für gemeinsame Veranstaltungen zusammen.

### Vorteile

- Latenz: Die Latenzzeit ist bei Jamulus gering, sodass gemeinsames Musizieren synchron möglich ist, ohne Verzögerungen zu erleben.

- Audioqualität: Aufgrund der eingesetzten höherwertigen Technik und der besonderen Datenkomprimierung ist die Audioqualität vergleichsweise hoch.
- Einstellungsmöglichkeiten: Durch manuelle Einstellungen in der Software können einzelne Teilnehmende im Output reguliert werden. Dies kann Unterschiede im technischen Equipment ausgleichen und den Klang harmonisieren. Die Einstellungen lassen sich von jedem Teilnehmenden so anpassen, dass ein für sie/ihn abgestimmtes Klangbild entsteht.
- Echtzeit-MIDI-Übertragung: Jamulus ermöglicht eine Echtzeit-MIDI-Übertragung, so dass digitale Musikinformationen wie Noten, Steuerbefehle etc. innerhalb des Protokolls allen Beteiligten synchron zur Verfügung stehen.
- Große Community, die bei technischer Einrichtung und Fragen Hilfe leistet.

### Nachteile

- Server: Jamulus bedarf der Einrichtung eines Servers bei größerer Teilnehmendenzahl, der die Audiodaten übermitteln. Technisches Know-how und Hardware sind für die Einrichtung notwendig.
- Technische Ausstattung: Die Teilnehmenden sind für eine gute Audioqualität von leistungsfähiger Ausstattung abhängig. Mikrofone, Kopfhörer sowie Audio-Interfaces sind neben einer starken und stabilen Internetverbindung von Bedeutung. Sowohl die Ausstattung als auch die Einrichtung können für technisch unerfahrene TeilnehmerInnen herausfordernd sein.
- Begrenzte Nutzerfreundlichkeit: Jamulus ist eine Open-Source-Software und eher auf die Funktionalität für MusikerInnen ausgerichtet. Die Nutzung der Software ist relativ komplex und nicht zwingend intuitiv.

# Soundjack

Soundjack ist eine spezialisierte Plattform zur Low Latency Datenübertragung, die auf das gemeinsame Musizieren über eine Internetverbindung ausgerichtet ist. Aufgrund der speziellen Datenmodulation kann die Latenzzeit der Datenübertragung derart verkürzt werden, dass eine Synchronität ohne wahrnehmbare Verzögerung entsteht. Soundjack ist zwar Closed Source (Quellcodes nicht einsehbar), steht den Nutzern aber kostenfrei zur Verfügung und bietet einen plattformunabhängigen Zugang via Linux, Windows und macOS. Im Peer-to-Peer-Verfahren ist kein externer Server notwendig, die Software greift dabei auf den Bufferspeicher der Soundkarte zurück. Eine Porterweiterung ist jedoch in manchen Fällen notwendig, was durch Videos und FAQs erläutert wird.

Die Klangqualität ist stark von den Einstellungen sowohl der Soundkarte als auch der Software abhängig, was ggf. für Laien recht komplex sein kann.

Als anwenderfreundlich wird die Benutzeroberfläche beschrieben, welche eine Reihe von Einstellungsmöglichkeiten bietet.

## Vorteile

- Geringe Latenz: Soundjack bietet dank seiner besonderen Datenübertragung eine besonders kleine Latenzzeit, leistungsstarke Hardware vorausgesetzt. Eine wahrnehmbare Verzögerung ist im Vergleich

zum Musizieren im gleichen Raum nicht oder kaum wahrnehmbar.

- Audioqualität: Eine klare und detailreiche Audioqualität kann über die Plattform übertragen werden, sodass auch feine Nuancen von Stimmen und Instrumenten das Zusammenspiel verbessern kann.
- Benutzerfreundlichkeit: Soundjack bietet der Anwenderin/dem Anwender eine benutzerfreundliche Oberfläche, die für die Einstellungen der Audioparameter innerhalb des Zusammenspiels einige Möglichkeiten zur individuellen Anpassung bietet.
- Plattformübergreifend: Neben Windows-Betriebssystemen können auch Linux und MacOS die Plattform nutzen und unabhängig von einem einheitlichen Betriebssystem zusammenarbeiten.
- Eine Videoübertragung ist ebenfalls für niedrigste Verzögerungen möglich. Diese wird insbesondere bei dirigierter Musik eingesetzt.

## Nachteile

- Hardware-Anforderungen: Die sehr niedrige Latenz ist von geeigneter und hochwertiger Hardware abhängig. So bedarf es eines eigenen Audio-Interface und entsprechender Bandbreite bei der Internetverbindung. Gute Mikrofone und Kopfhörer wirken sich zudem positiv auf die Audioqualität aus.
- Komplexität: Die spezialisierte Software setzt eine gewisse Einarbeitung voraus. Je nach Erfahrung der Nutzerin/des Nutzers kann das einen intensiveren zeitlichen Aufwand bedeuten.

# JamKazam

Die kooperative Musikplattform JamKazam ist ebenfalls wie Soundjack und Jamulus eine eigens generierte Plattform für das Live-Musizieren über das Internet und setzt auf niedrige Latenz und Benutzerfreundlichkeit, um abgestimmtes und synchrones Musizieren zu ermöglichen. Sowohl Audio- als auch Videodaten sind über JamKazam zu streamen, eine Bibliothek mit vielen Titeln steht den Nutzern zur Verfügung. JamKazam nutzt im Gegensatz zu den anderen Plattformen gestaffelte kostenpflichtige Abonnements, die je nach Nutzerzahlen und Nutzungsdauer variieren. JamKazam läuft auf Windows als auch MacOS.

MusikerInnen können sowohl Peer-to-Peer als auch via eigenem Server gemeinsam musizieren, die Einstellungen sind hierbei relativ komplex.

## Vorteile:

- Geringe Latenz: JamKazam kann eine geringe, wenn jedoch auch spürbare, Latenz aufweisen. Gemeinsames synchrones Musizieren ist möglich, auch wenn

es nicht komplett an das Echtzeit-Musizieren herankommt.

- Benutzerfreundlichkeit: JamKazam setzt mit seiner Plattform auf eine hohe und Benutzerfreundlichkeit, welche auch EinsteigerInnen Einstellungen und Konfigurationen leicht zugänglich macht.
- Server: Die Nutzung zentraler Server, die nicht im Hostbereich der NutzerInnen liegen, macht einen schnellen und simplen Einstieg möglich.

## Nachteile:

- Audioqualität: Die Software komprimiert bei der Datenübertragung Audiodaten, was zu einem Qualitätsverlust führen kann. Abhängig von der Auslastung der zentral gehosteten Servern kann es zu Einschränkungen in der Nutzung kommen.
- Hardware-Anforderungen: Eine leistungsstarke Hardware in Form von PC, Soundkarte und Audio-Interface sind für eine gute Audioqualität vonnöten.
- Um alle Einstellungsmöglichkeiten zu nutzen, die Latenzzeiten zu minimieren oder eine größere Teilnehmendenzahl zuzulassen bedarf es einer kostenpflichtigen Premium-Version.

## ELK Live

Die Softwarelösung ELK Live ist eine Online-Plattform für gemeinsames Musizieren, welche auf Grundlage von MacOS basiert. ELK Live funktioniert sowohl mit der integrierten Hardware des Computers als auch mit externer Profiausstattung via Audio-Interface und Mikrofon.

Als relativ junge Softwarelösung für latenzarmes Musizieren auf dem Markt, bietet sie in der Betaphase die kostenfreie Nutzung an. Absehbar ist dabei, dass beizeiten die Nutzung der Software kostenpflichtig per Fix- oder Abo-Beitrag wird.

Die Nutzung von Peer-to-Peer ist möglich, wenn auch nicht empfohlen. Angeraten werden ein externes Audio-Interface sowie LAN-Verbindung. ELK bietet dabei ein eigenes Audio-Interface für den Kauf an, was mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden ist, unterstützt jedoch jedes andere Audio-Interface. Für andere Betriebssysteme als MacOS werden Audio-Bridges benötigt, welche ELK ebenfalls kostenpflichtig zur Verfügung stellt. An einer Version für Windows wird gearbeitet.

ELK legt bei seiner Software Wert auf eine hohe Benutzerfreundlichkeit.

Vorteile

- ELK Live wurde als on-demand-Lösung entwickelt und ermöglicht ein stabiles und latenzarmes Musizieren.
- Die integrierte Hardware des Rechners kann zum Musizieren genutzt werden, wenn auch angeraten ist, ein externes Audio-Interface zu nutzen.
- Die Online-Plattform ermöglicht eine parallele Videokonferenz, welches die gemeinsame Abstimmung erleichtert.

Nachteile

- Für eine maximal latenzarme Verbindung empfiehlt sich ein externes Audio-Interface, in diesem Fall die „Elk Bridge“, welche mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden ist.
- Als relativ neue Software ist die Community noch klein.
- Die Software befindet sich noch in der Beta-Testphase.

---

## JackTrip

Die Software JackTrip ist eine Open Source Software und ist damit frei zugänglich. Die Plattform läuft auf Windows, MacOS und Linux. JackTrip imitiert eine räumliche Resonanz, um den Klang der Live-Performance nachzuahmen.

Sowohl die Peer-to-Peer-Verbindung als auch ein Client-Server-Setup ist verfügbar, so dass beide Varianten je nach Bedarf der Nutzer bzw. Nutzerzahlen unterstützt werden.

Eine Vielzahl an Einstellungen sind möglich, die nach Übertragungsrate die Audioqualität oder die Latenz manuell regulieren können. Für fortgeschrittene Nutzer werden zudem Einstellungsmodalitäten zur Verfügung gestellt, die Audiodatenpakete, Playout Buffering oder weitere Einstellung konfigurieren. Aufgrund der vielfältigen Optionen ist die Benutzeroberfläche recht komplex und bedarf einiger Zeit für die Erstkonfiguration. Für JackTrip werden neben einer beschränkten kostenfreien Version auch kostenpflichtige Versionen angeboten, die relativ schnell benötigt werden.

Vorteile

- Die Open Source Plattform ist kostenfrei nutzbar.
- Die Software ist für die gängigen Betriebssysteme Windows, MacOS und Linux verfügbar.
- Für Nutzer mit wenigen IT-Kenntnissen steht die Version JackTrip Virtual Studio zur Verfügung.
- Es sind keine zusätzlichen Interfaces notwendig.

Nachteile

- Kostenpflichtige Provarianten des Virtual Studios werden relativ schnell bei der Überschreitung der Teilnehmenden als auch der Sessiondauer benötigt.
- Die Stabilität kann aufgrund von Firewalls und Einstellungen beeinträchtigt sein.

Plattform	Benutzerfreundlichkeit	zusätzl. Equipment notwendig	separater Server notwendig	Aufnahmen möglich	Kosten
Jamulus	+	separates Mikrofon, Kopfhörer, ggf. eigener Server	nein, für größere Gruppen empfiehlt sich jedoch ein eigener Server	nein	keine
Soundjack	+	separates Mikrofon, Kopfhörer, ggf. eigener Server, bzw. externes Audiointerface	nein, allerdings möglich	ja	keine
JamKazam	++	separates Mikrofon, Kopfhörer, ggf. eigener Server, bzw. externes Audiointerface	nein, allerdings möglich	ja, ab kostenpflichtiger Silver-Version	im begrenzten Umfang kostenfrei, dann gestaffelt ab 4,99\$ - 19,99\$ pro Monat
ELKLive	++	separates Mikrofon, Kopfhörer, externes Audiointerface, ggf. eigener Server	nein, allerdings möglich	ja	in der Beta-Version keine Kosten, kostenpflichtige Abos sind geplant
JackTrip	+ komplex	separates Mikrofon, Kopfhörer, ggf. eigener Server, Bridge und Audio-Interface	nein	ja	keine, bei Nutzung des JackTrip Virtual Studios Essentials Kosten ab 8,25\$ pro Monat

#### Quellen

<https://jamulus.io/de/wiki/Software-Manual>  
<https://www.soundjack.eu/>  
<https://jamkazam.com/>  
<https://www.elk.live/>  
<https://jackaudio.org/applications/>  
<https://ccrma.stanford.edu/software/jacktrip/>  
<https://jackaudio.org/>

# Technische Ausstattung für die Nutzung von Low-Latency-Lösungen

Professionelle Chöre, die sich in virtuelle Umgebungen begeben, benötigen eine technische Ausstattung, die eine exzellente Audioqualität und minimale Latenzzeiten bietet. Indem sie die Vorteile von Low-Latency-Software und hochwertiger Hardware nutzen, können professionelle Chöre ihre anspruchsvollen Standards auch online halten. Dieses Dokument beleuchtet, wie solche Chöre durch die richtige Kombination von Software und Hardware ihre virtuellen Proben optimal gestalten können.

Damit die Software ihre volle Leistung entfalten kann, bedarf es einer optimalen Hardware-Ausstattung:

## Mikrofone und Audiointerfaces

Hochwertige Kondensatormikrofone in Verbindung mit professionellen Audiointerfaces bieten die beste Klangtreue und Signalqualität. Diese Kombination stellt sicher, dass jede Nuance der Darbietung präzise übertragen wird.

Um die analogen Tonsignale in digitale Signale zu übersetzen bedarf es bei professionellen Mikrofonen ein passendes Audiointerface.

## Kopfhörer

Studiokopfhörer von hoher Qualität sind unerlässlich für die Klangüberwachung und gewährleisten, dass Sängern und Chorleitern ein authentisches Klangerlebnis geboten wird.

## Internetverbindung

Eine stabile, kabelgebundene Internetverbindung (Ethernet) mit hohen Upload- und Download-Geschwindigkeiten minimiert Latenzprobleme.

## Computer und Peripheriegeräte

Leistungsstarke Workstations oder Desktops mit einem modernen Prozessor, ausreichend RAM (mindestens 16 GB) und großen SSDs garantieren eine schnelle und effiziente Bearbeitung von Audio- und Videostreaming.

Für professionelle Chöre, die auch im digitalen Raum höchste Ansprüche erfüllen wollen, ist eine Kombination aus Low-Latency-Software und erstklassiger Hardwareelemente unerlässlich. Mit der richtigen technischen Ausstattung können diese Chöre ihre musikalische Exzellenz in virtuellen Proben aufrechterhalten und ihre Darbietungen mit derselben Präzision und Qualität gestalten, die von ihren physischen Proben erwartet wird. Durch diese gezielte Investition in Technologie wird es professionellen Chören ermöglicht, ihre kreativen und künstlerischen Standards auch online fortzuführen.

## Über das Projekt

Das Forschungsprojekt „Online-Chöre: Wie man virtuelle Chorproben mithilfe digitaler Tools durchführt“ (Choir@Home: <https://choirathome.com/>) zielt darauf ab, Chören zu ermöglichen, Online-Proben durchzuführen. Es wurde von Dr. Janine Hacker (Universität Liechtenstein, [janine.hacker@uni.li](mailto:janine.hacker@uni.li)), Univ. Prof. Dr. Heike Henning (Universität Mozarteum Salzburg), und Prof. Dr. Alexander Carôt (Hochschule Anhalt) initiiert.

Das Projekt wird im Rahmen der Schlüsselmaßnahme 2 (Kooperationspartnerschaften) des ERASMUS+ Programms der Europäischen Union finanziert.