

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
Department "Institut für Informatik"  
Lehr- und Forschungseinheit Medieninformatik  
Prof. Dr. Heinrich Hußmann

**Bachelorarbeit**

Live video streaming extension for the largest online sheet  
music community IMSLP.org

Thomas Steinbrecher  
steinbrecher@cip.ifi.lmu.de

Bearbeitungszeitraum: 1. 1. 2015 bis 17. 6. 2015  
Betreuer: Vladimir Viro, Henri Palleis  
Verantw. Hochschullehrer: Prof. Butz

## **Zusammenfassung**

Konzert- und Online-Videoplattformen bieten Musikern mit Interesse an klassischer Musik Möglichkeiten, eigene Interpretationen von musikalischen Werken im Internet live zu präsentieren. Diese Arbeit untersucht die Eignung vorhandener Plattformen für Musiker, die ihre musikalischen Darbietungen einem größeren Publikum online zeigen wollen und legt klar, dass Konzertplattformen nur für bekanntere Musiker geeignet und durch ein Überangebot an Populärmusik geprägt sind, während die inhaltliche Vielfalt von Online-Videoportalen das Erreichen von Zuschauern mit gemeinsamem Interesse an klassischer Musik erschwert. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Live-Streaming-Komponente für die Petrucci-Bibliothek (International Music Score Library Project) auf IMSLP.org, der größten Online-Sammlung gemeinfreier Musiknoten, entwickelt, die jedem Musiker die Möglichkeit bietet seine Interpretationen einer großen Online-Community live vorzuführen. Die dabei entstandene Konzertplattform soll Musikern den Vorgang zum Erstellen von Livestreams erleichtern und sie zum Einspielen der auf der Bibliotheksseite angebotenen Werke motivieren. Die Arbeit zeigt das Konzept, dessen Validierung anhand einer Nutzerstudie sowie die Umsetzung der Live-Streaming-Komponente für IMSLP.org und evaluiert diese.

# Original-Aufgabenstellung

## Bachelorarbeit von Thomas Steinbrecher

### **Titel:**

Live video streaming extension for the largest online sheet music community IMSLP.org

### **Abstract:**

Diese Bachelorarbeit dokumentiert die Implementierung einer Video Livestreaming-Komponente für die Petrucci-Bibliothek (International Music Score Library Project), der größten Online-Sammlung gemeinfreier Musiknoten. Im Rahmen der Arbeit wird die IMSLP-Webseite mit einem neuen Widget erweitert, sowie eine eigenständige Webseite erstellt. Die Erweiterung und die Webseite sollen dem Nutzer ermöglichen, Live-Streams für seine Musikeinspielungen der auf der Bibliotheksseite angebotenen Werke zu erstellen, den anderen IMSLP-Nutzern live zu präsentieren und bereits aufgenommene Sessions anzuschauen. Als technische Grundlage für das Streamen wird die YouTube Live Streaming API verwendet. Das Ziel der Arbeit besteht darin, dem Nutzer den Einstieg in das Livestreamen möglichst einfach zu machen und dazu zu animieren, selbst Stücke einzuspielen um sie anderen IMSLP-Nutzern zu präsentieren. Dabei soll das Nutzerverhalten beobachtet, ausgewertet und die Implementierung gegebenenfalls angepasst werden mit der Absicht, mehr Nutzer zu erreichen und zu aktivieren.

### **TODO:**

- Literaturrecherche
- Einarbeitung in Programmierkonzepte und APIs
- Erstellen eines Prototyps für die Livestreaming-Webseite
- Erstellen eines Mockups für das der Webseite entsprechende Livestreaming-Widget auf IMSLP.org
- Einbettung der Livestreaming-Komponente auf IMSLP.org
- Beobachtung und Auswertung des Nutzerverhaltens
- Iterative Verbesserung der Prototyp-Webseite auf Basis des Nutzerverhaltens zur Nutzergewinnung
- Dokumentation der Vorgehensweise und der Ergebnisse
- Schriftliche Ausarbeitung
- Mündlicher Vortrag im Disputationsseminar Bachelor

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, alle Zitate als solche kenntlich gemacht sowie alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben habe.

München, 16. Juni 2015

.....

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	International Music Score Library Project . . . . .	3
2.2	Grundlagen des Video-Live-Streamings . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Related Work</b>	<b>5</b>
3.1	Video-Live-Streaming-Möglichkeiten für Musiker klassischer Musik . . . . .	5
3.2	Notwendigkeit einer Live-Streaming-Komponente für IMSLP.org . . . . .	6
3.3	Nutzermotivation in Webanwendungen . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Konzept</b>	<b>9</b>
4.1	Kriterien . . . . .	9
4.2	Wahl eines Videoportals als Basis der Live-Streaming-Erweiterung . . . . .	9
4.2.1	Notwendigkeit und Kriterien . . . . .	9
4.2.2	Youtube als Basis der Live-Streaming-Erweiterung . . . . .	10
4.2.3	Notwendige Schritte beim Live-Streaming mit Youtube . . . . .	11
4.3	Planung der Live-Streaming-Erweiterung . . . . .	11
4.3.1	Allgemeiner Aufbau . . . . .	11
4.3.2	Allgemeine Funktionsweise . . . . .	12
4.3.3	Usability . . . . .	13
4.3.4	Nutzergewinnung und -motivation . . . . .	14
4.4	Vorgehen . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Konzeptvalidierung</b>	<b>15</b>
5.1	Ziel der Konzeptvalidierung . . . . .	15
5.2	Nutzerbefragung . . . . .	15
5.3	Konzeptkonkretisierung auf Basis der Umfrageergebnisse . . . . .	18
<b>6</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>19</b>
6.1	Verwendete APIs, Toolkits und Dienste . . . . .	19
6.2	Struktur und Funktionsweise der Anwendung . . . . .	20
6.2.1	Überblick . . . . .	20
6.2.2	Zusammenspiel aller Komponenten . . . . .	20
6.3	Herausforderung bei der Implementierung . . . . .	22
6.4	Benutzeroberfläche der Konzertplattform . . . . .	23
6.5	Einbettung der Live-Streaming-Erweiterung in IMSLP . . . . .	27
<b>7</b>	<b>Evaluation</b>	<b>29</b>
7.1	Erfüllung der Kriterien . . . . .	29
7.2	Nutzerverhalten und Interpretation . . . . .	30
7.3	Verbesserungsmöglichkeiten des Live-Streaming-Vorgangs . . . . .	33
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>35</b>
<b>A</b>	<b>Umfrageergebnisse für die Konzeptvalidierung</b>	<b>37</b>



### 1 Einleitung

Video-Live-Streaming ist seit mehr als zwei Jahrzehnten sowohl in der Forschung als auch in der Industrie ein großes Thema und als fester Bestandteil der Streaming-Media-Angebote nicht mehr wegzudenken. [1] Erst in den letzten Jahren wurde Live-Streaming durch den Ausbau von Netzwerkbandbreiten und die Entwicklung von Online-Diensten für jeden Internet-Nutzer zugänglich und so ist es mittlerweile jedem möglich, Livestreams im Internet zur Verfügung zu stellen und anzuschauen. [2] Neben Übertragungen von Sportveranstaltungen, TV-Programmen von Rundfunksendern und weiteren Großereignissen mit Millionen von Zuschauern (siehe [8, 9, 10]) ist deshalb ein großes Live-Streaming-Angebot von privaten Nutzern vorzufinden. Vor allem im Videospielerbereich und auf bekannten Kanälen von Videoportalen wie Youtube oder Ustream finden sich zahlreiche Livestreams.

Ein weiterer großer Anwendungsbereich des Video-Live-Streamings sind Live-Übertragungen von Konzerten. Vor allem unabhängige Musiker ohne Plattenvertrag sehen in Konzertplattformen eine Chance ihre Auftritte einem größeren Publikum zugänglich zu machen. Diese stellen eine große Anzahl von Livestreams der Unterhaltungsmusik bereit, während Streams von Konzerten klassischer Musik selten und in erster Linie von bekannten Musikern angeboten werden. Eine für klassische Musik konzipierte Konzertplattform, die nicht nur für bekannte Künstler sondern für jeden Musiker geeignet ist, der mit seiner eigenen Interpretation eines musikalischen Werkes ein größeres Publikum erreichen will, ist nicht verfügbar. Dies zeigt, dass das Video-Live-Streaming-Angebot nicht ausgeschöpft ist und trotz seiner Größe noch erweitert werden kann.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein Prototyp einer Konzertplattform entwickelt, der auf Youtube aufsetzt, um einen Bereich zu erschaffen, in dem Nutzer die Möglichkeit haben Interpretationen von Stücken aus der größten virtuellen Online-Bibliothek für gemeinfreie Musiknoten, der Petrucci-Bibliothek [11], vor einer vorhandenen Community live zu präsentieren. Die Petrucci-Bibliothek, auch International Music Score Library Project (IMSLP) umfasst freie Musiknoten über 90.000 Werke, die von Nutzern mithilfe der erstellten Konzertplattform live gespielt und angesehen werden können. Die Entwicklung dieser Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org hat zum Ziel, Musikern die Möglichkeit zu geben, einfach und schnell Livestreams zu erzeugen, um musikalische Interpretationen der bereits bestehenden IMSLP-Community zur Verfügung zu stellen und damit ein größeres Publikum zu erreichen.

Die vorliegende Arbeit untersucht den Bedarf einer Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP und beschreibt die Konzeption sowie Umsetzung des Prototyps dieser Live-Streaming-Komponente. Des Weiteren wird auf die Gewinnung von Nutzern eingegangen und auf Möglichkeiten, diese zum Erstellen von Livestreams zu motivieren. Außerdem wird anhand des Nutzerverhaltens untersucht, welches Optimierungspotential der Prototyp aufweist, um mehr Nutzer zu aktivieren.

Im Anschluss an die Einleitung wird in Kapitel 2 neben Erläuterungen zur Petrucci-Bibliothek die grundlegende Funktionsweise des Live-Streamings geschildert.

Kapitel 3 zeigt neben Möglichkeiten, die klassische Musiker mit aktuellen Konzert- und Videoplattformen haben, den Bedarf an einer Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org und damit an einer Konzertplattform für klassische Musik. Außerdem werden Möglichkeiten diskutiert, mit denen Nutzer zum Durchführen von Handlungen in Webanwendungen motiviert werden können sowie vorhandene Webanwendungen vorgestellt, die diese Möglichkeiten erfolgreich umsetzen.

In Kapitel 4 werden das Konzept zur Umsetzung der Konzertplattform und damit Entscheidungen, die für die Integration der Video-Live-Streaming-Erweiterung in die Seite der Petrucci-Bibliothek IMSLP.org getroffen wurden, geschildert.

Kapitel 5 diskutiert die Ergebnisse einer qualitativen Studie von potentiellen Nutzern der Konzertplattform für klassische Musik und validiert und konkretisiert das Konzept anhand dieser.

Auf die Umsetzung der Live-Streaming-Erweiterung und die dafür verwendeten Dienste, Toolkits

und APIs wird in Kapitel 6 detailliert eingegangen.

Kapitel 7 erörtert in einer Evaluation ob die in Kapitel 4 formulierten Kriterien für die Live-Streaming-Erweiterung erfüllt wurden. Anhand von beobachtetem Nutzerverhalten wird außerdem Optimierungspotential aufgedeckt, um durch Anpassungen zukünftig mehr Nutzer gewinnen und aktivieren zu können.

Abschließend fasst Kapitel 8 in einem Abriss die Vorgehensweise sowie Ergebnisse der Arbeit zusammen und zeigt einen Ausblick auf den weiteren Entwicklungsverlauf der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org.



## 2 Grundlagen

Neben Erläuterungen zum International Music Score Library Project, für das mit dieser Arbeit eine Live-Streaming-Erweiterung entwickelt wurde, gibt dieses Kapitel einen Überblick über die technischen Grundlagen des Video-Live-Streamings unter Einbezug der Komponenten, die notwendig sind um Livestreams erzeugen und anschauen zu können.

### 2.1 International Music Score Library Project

Das International Music Score Library Project unter der Domäne IMSLP.org ist ein Projekt zur Schaffung einer virtuellen Bibliothek von Noten gemeinfreier Musik. Die Bibliothek wurde 2006 von Edward W. Guo gegründet und ist mit 310.000 Notendateien aus 90.000 Werken die größte Online-Sammlung freier Musiknoten. Das Projekt, das auch als Petrucci-Bibliothek bekannt ist, basiert wie Wikipedia auf dem Wiki-Prinzip. Dadurch kann jedes Community-Mitglied Musiknoten bereitstellen und die Bibliothek erweitern. Für jedes enthaltene musikalische Werk existiert eine eigene Seite, der neue Inhalte in Form von Notendateien, Informationen und Aufnahmen hinzugefügt werden können. [11, 12]

Abbildung 2.1 zeigt die Benutzeroberfläche der Petrucci-Bibliothek für ein Beispielwerk.

The screenshot displays the IMSLP.org interface for the work 'Impromptu, Op. 103 (Marmontel, Antoine François)'. The page is structured as follows:

- Header:** Includes the IMSLP logo, navigation links (Seite, Diskussion, Problem melden), and user options (Anmelden, Benutzerkonto erstellen).
- Left Sidebar:** Contains navigation links such as 'Hauptseite', 'Letzte Änderungen', 'Zufällige Seite', and 'Donat'.
- Main Content Area:**
  - Inhaltsverzeichnis:** Lists sections like '1 Musikwiedergaben', '2 Notendateien', '3 Allgemeine Informationen', and '4 Anmerkungen'.
  - Musikwiedergaben:** A section for recordings, currently showing 'Recordings (0)'.
  - Notendateien:** A section for score files, showing 'Scores (1)'. It features a 'Complete Score' PDF file with a thumbnail and download options.
  - Allgemeine Informationen:** A section providing details about the work, including the composer (Marmontel, Antoine François), opus number (Op. 103), and publication information.
  - Anmerkungen:** A section for notes, containing a note about the work's publication in Germany.
- Footer:** Includes a copyright notice and a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 license.

Abbildung 2.1: Eine Beispielseite für ein musikalisches Werk der Petrucci-Bibliothek. Der eigentliche Inhalt der Seite (orange eingerahmt) ist für jedes Werk der Bibliothek unterschiedlich. In der ersten Sektion werden Musikwiedergaben aufgelistet. Die Sektion darunter zeigt Musiknoten des Werkes meist in Form von Partiturfotografien in PDF-Dateien. Eine weitere Sektion enthält allgemeine Informationen über das Werk.

## 2.2 Grundlagen des Video-Live-Streamings

Der Prozess vom Erzeugen bis zum Anschauen von Livestreams lässt sich zur Vereinfachung auf drei Komponenten reduzieren. Die erste Komponente ist der sogenannte Broadcaster (dt. Veranstalter), der aus Bild- und Toninhalten einen Livestream erzeugt und diesen der zweiten Komponente, einem Content Delivery Network (CDN), übergibt. Das CDN ist dafür zuständig, den Stream überall im Netz zuverlässig und schnell abrufbar zu machen. Es ist ein redundantes Netz aus vielen verteilten Knoten, das Anfragen von der dritten Komponente, dem Zuschauer, erhält um diesem die Livestreams über den nächstgelegenen Knotenpunkt zur Verfügung zu stellen. Der Broadcaster verwendet als Quellsignal das Ausgangssignal eines Audio- oder Videomischpults, eine Videodatei oder das direkte Signal von Videokameras und Mikrofonen. Dieses Signal wird zunächst einem Encoder übergeben, der das Signal kodiert. Das Resultat ist der Livestream, der durch seine Komprimierung schnell einem CDN übergeben werden kann. Für die Übertragung wird ein Streaming-Protokoll verwendet. Ein gängiges Protokoll, das bei großen Video-Portalen wie Youtube für das Empfangen von Livestreams Verwendung findet, ist das Real Time Messaging Protocol (RTMP, siehe Spezifikation [13]). Vom ersten erreichten Server ausgehend wird der Stream an die CDN-Knoten verteilt. Nach einer Anforderung des Livestreams seitens des Zuschauers, empfängt dieser den Stream über die optimale Route womit geringstmögliche Übertragungslatenzen gewährleistet sind und spielt ihn schließlich über einen Media-Player ab. Viele Videoportale, darunter auch Youtube, erzeugen pro Qualitätsstufe für den gleichen Broadcast einen eigenen Stream. Folglich werden desto mehr einzelne Streams erzeugt je höher die Qualität des Quellsignals ist. Dem Zuschauer stehen somit mehrere Bitraten zur Verfügung aus denen das Videoportal abhängig von der Qualität der Internetverbindung die bestmögliche auswählt und bei Verbindungseinbruch reguliert. [14, 15, 16]

### 3 Related Work

Dieses Kapitel erläutert die Möglichkeiten, die aktuelle Videoportale und Konzertplattformen für Musiker klassischer Musik bieten, vergleicht sie miteinander und zeigt den Bedarf an einer neuen Live-Streaming-Möglichkeit für gemeinfreie und damit zum größten Teil klassische Musik. Außerdem werden gut umgesetzte Webseiten und Webanwendungen vorgestellt, die erfolgreich Nutzer gewinnen und diese motivieren, die Webseite zu benutzen um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Dies ist relevant im Hinblick auf das Ziel, Nutzer der Live-Streaming-Erweiterung zum Erstellen von Livestreams zu motivieren.

#### 3.1 Video-Live-Streaming-Möglichkeiten für Musiker klassischer Musik

Musiker, die von zuhause aus musikalische Darbietungen live vor einem Online-Publikum präsentieren möchten, haben die Wahl zwischen Konzertplattformen und Online-Videoportalen mit Live-Streaming-Funktion.

##### Konzertplattformen

Auf Konzertplattformen wie *Concert window*<sup>1</sup>, *StageIt*<sup>2</sup> und *Gigee.me*<sup>3</sup> können Musiker mit eigener Aufnahme-Hardware Konzerte livestreamen. Zuschauer erhalten durch den Kauf von virtuellen Tickets Zugang zu Livestreams von Konzerten. Dadurch sind Konzertplattformen von Monetarisierungsmöglichkeiten des Live-Streamings von Konzerten geprägt, in der Regel beschränken sich die Kosten aber auf den Zuschauer. Auf einigen Plattformen, darunter auch *StageIt*, können Musiker die Monetarisierungsoption "*Pay what you can*" wählen, mit der jeder Zuschauer zunächst freien Zugang zum Livestream hat, sich bei der Plattform aber erst registrieren muss. *Concert window* erlaubt das Geben von komplett frei zugänglichen Konzerten und ist damit unter den bekannten Konzertplattformen für unabhängige Musiker, die Musikeinspielungen online präsentieren möchten, die geeignetste Plattform.

Die genannten Konzerplattformen bieten überwiegend Livestreams von Künstlern der Populärmusik an während das Angebot von Livestreams von klassischen Konzerten gering ist. *Medici.tv*<sup>4</sup> ist eine der wenigen Plattformen, die sich auf Livestreams klassischer Musik spezialisiert hat, ist aber für große Veranstaltungen wie Orchesteraufnahmen ausgelegt und bietet keine Live-Streaming-Funktionen für Musiker an, die Konzerte von zuhause aus geben wollen.

Trotz der Möglichkeiten für Musiker Konzerte livezustreamen, sind aktuelle Konzertplattformen für unabhängige Musiker, die ihre musikalischen Fähigkeiten und Interpretationen live zeigen wollen, nicht geeignet, da bei vielen Plattformen durch Anmeldevorgänge ein direkter Zugang zu Livestreams für Zuschauer nicht gegeben ist und bei nahezu allen, wie auch bei *Concert window* als geeignetste Lösung, Livestreams von Konzerten populärer Musik sowie die Monetarisierung der Konzerte im Vordergrund stehen.

##### Online-Videoportale

Eine uneingeschränkt freie und sowohl für Musiker als auch für Zuschauer zugängliche Möglichkeit zum Livestreamen, bieten einige Online-Videoportale. Während professionellere Portale wie *Ustream*<sup>5</sup> und *Livestream*<sup>6</sup> aufgrund des Preises und Funktionsumfangs weniger

---

<sup>1</sup><https://www.concertwindow.com>

<sup>2</sup><https://www.stageit.com>

<sup>3</sup><http://www.gigee.me>

<sup>4</sup><http://www.medici.tv>

<sup>5</sup><http://www.ustream.tv>

<sup>6</sup><http://livestream.com>

für private Livestreams als für größere und regelmäßige Live-Veranstaltungen geeignet sind, haben Portale wie *Youtube*<sup>7</sup>, *Bambuser*<sup>8</sup> und *Twitch.tv*<sup>9</sup> kostenlosen Zugang und erlauben das Erstellen von kleinen Live-Veranstaltungen wie kleine Konzerte. Das Videoangebot auf Online-Videoportalen ist durch inhaltliche Vielfalt gekennzeichnet und nicht für das Livestreaming von Konzerten ausgelegt. Trotz der direkten Zugänglichkeit für Musiker und Zuschauer sind Videoportale, aufgrund des großen Videoangebotes und der daraus resultierenden Unübersichtlichkeit, für Musiker mit geringem Bekanntheitsgrad nur bedingt geeignet. Musiker können insbesondere mit Livestreams zunächst nur wenige Zuschauer erreichen, da Suchergebnisse in erster Linie Videos von bekannten Kanälen enthalten und neue Kanäle schwer gefunden werden.

### 3.2 Notwendigkeit einer Live-Streaming-Komponente für IMSLP.org

Die Spezialisierung von Konzertplattformen auf das Live-Streaming von musikalischen Inhalten - wenn auch nicht von klassischer Musik - steht der Zugänglichkeit für Musiker und Zuschauer auf Online-Videoportalen gegenüber. Mit einer Live-Streaming-Möglichkeit, die diese Vorteile vereint, sind die Voraussetzungen für Musiker gegeben, Livestreams für eigene Interpretationen von klassischen Musikstücken erstellen und ein größeres Publikum erreichen zu können. Die Verknüpfung mit IMSLP.org bietet Musikern die Möglichkeit, musikalische Werke aus der Petrucci-Bibliothek, die einen Großteil aller klassischen Werke beinhaltet, von zuhause aus vor einer bestehenden Community aufzuführen, die sein musikalisches Interesse teilt.

Eine Live-Streaming-Möglichkeit für IMSLP.org kann das Präsentieren von Stücken live vor einem Online-Publikum nicht nur möglich, sondern auch zugänglicher machen. Musiker, die ihre musikalischen Interpretationen online zeigen wollen, müssen sich näher mit der Benutzung einer Konzert- oder Videoplattform auseinanderzusetzen. Für neue Nutzer kann das Erstellen von Livestreams mit diesen Plattformen je nach Kenntnisstand ein langwieriger Prozess sein. Es fehlt eine Lösung, die sich auf das Erstellen von Livestreams für musikalische Interpretationen klassischer Musik spezialisiert, Details des Live-Streaming-Vorgangs verbirgt und diesen Vorgang auf die notwendigen Schritte reduziert klarlegt. Mit dieser Lösung können sich Interpreten nahezu gänzlich auf den musikalischen Aspekt konzentrieren und unabhängig ihres Bekanntheitsgrades für musikalische Darbietungen viele Zuschauer erreichen.

Ein besonderer Vorteil ist die Beschränkung auf Werke der Petrucci-Bibliothek und damit auf überwiegend klassische Musik. Aktuell gibt es keine Konzert- oder Videoplattform mit Live-Streaming-Möglichkeiten, die Unterhaltungsmusik nicht miteinbezieht. Mit einer Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org kann die Interessengruppe für klassische Musik direkt angesprochen und dieser die Möglichkeit gegeben werden, Livestreams und Videos für Interpretationen rein klassischer Musik zur Verfügung zu stellen und anzuschauen. Mit dem Ziel, eine große Sammlung von Livestreams und Videos zur Verfügung zu stellen, erlaubt die Erweiterung für IMSLP.org Vergleiche zwischen verschiedenen Interpretationen des gleichen musikalischen Werkes und damit eine intensivere Auseinandersetzung mit diesem. Dies bedient auch didaktische Interessen, insbesondere da verschiedene Interpretationen miteinander verglichen und andere Spielweisen entdeckt werden können.

### 3.3 Nutzermotivation in Webanwendungen

Die Live-Streaming-Komponente für IMSLP.org soll Nutzer motivieren Livestreams zu erstellen. Der Vorgang zum Erstellen von Livestreams ist - je nach Umsetzung - mehr oder weniger

<sup>7</sup><https://www.youtube.com>

<sup>8</sup><http://bambuser.com>

<sup>9</sup><http://www.twitch.tv>

komplex, besteht aber in jedem Fall aus mehreren Schritten. Nutzer sollen überzeugt werden, den Vorgang nicht abubrechen, sondern ihn bis zum Ende durchzuführen.

Für die Motivation von Nutzern, eine bestimmte Aufgabe zu erledigen, wurden zahlreiche Untersuchungen vorgenommen, deren Erkenntnisse von vielen Webanwendungen erfolgreich umgesetzt werden.

Experimente [3] zeigen, dass die Ausdauer von Probanden, eine Tätigkeit durchzuführen, erhöht werden kann, wenn ihnen vermittelt wird, dass sie mit der Durchführung der Tätigkeit bereits begonnen haben. Obwohl die Tätigkeit nicht verändert und insbesondere nicht verkürzt wird, können mehr Probanden motiviert werden, sie zu vollenden. Eine Tätigkeit, die beispielsweise von acht auf zehn Schritte erweitert wird, von denen bereits zwei Schritte erledigt sind, wird schneller ausgeführt und mit einer größeren Wahrscheinlichkeit vollendet als die gleiche Tätigkeit, von der anfangs kein Schritt von nur acht Schritten erledigt ist. Unvollendete Tätigkeiten erzeugen bei Probanden eine hohe Motivation diese zu Ende zu führen. [3, 4]

Ein weiteres Mittel um Nutzer zu motivieren, eine Handlung durchzuführen, ist die Verwendung von Anzeigen über den Fortschritt des Nutzers beim Erledigen der gegebenen Aufgabe. Viele Experimente untersuchten den Einfluss von Fortschrittsindikatoren auf die Motivation von Nutzern einen Online-Fragebogen weiter zu beantworten oder die Beantwortung abubrechen und zeigen, dass Fortschrittsindikatoren teilweise erheblichen Einfluss auf die Nuttermotivation haben [5, 6]. Insbesondere hat frühe Rückmeldung, die nach den ersten beantworteten Fragen der Umfrage erfolgt, großen Einfluss. Vermittelt eine Fortschrittsanzeige am Anfang einer Umfrage einen schnellen Fortschritt, sind Probanden eher dazu geneigt, diese zu vollenden, auch wenn gegen Ende der Aufgabe schwierigere Fragen zu beantworten sind. [5] Die Ergebnisse dieser Experimente beschränken sich nicht nur auf die Beantwortung von Online-Fragebögen, sondern lassen sich auf die allgemeine Durchführung von Handlungen im Internet übertragen.

Weitere Untersuchungen über Fortschrittsindikatoren bei Fragebögen [7], deren Erkenntnisse sich ebenfalls auf andere Handlungen im Internet übertragen lassen, zeigen, dass die Wirkung von Fortschrittsanzeigen von der erwarteten und der tatsächlichen Länge einer Aufgabe abhängt. Während sich Fortschrittsanzeigen bei kurzen Tätigkeiten vorteilhaft auf die Nuttermotivation auswirken, sollten sie nach [7] vermieden werden, wenn die zu erledigende Tätigkeit länger als erwartet ist.

Die vorgestellten Möglichkeiten zur Nuttermotivation werden von *Google Plus*<sup>10</sup>, *LinkedIn*<sup>11</sup>, *Dropbox*<sup>12</sup> und vielen weiteren Online-Diensten und sozialen Netzwerken genutzt. Der Filehosting-Dienst *Dropbox* fordert den Nutzer auf, mehrere Schritte zur Benutzung der *Dropbox*-Applikation vorzunehmen und zeigt diese in einer Liste an. Sobald Schritte erledigt wurden bekommt der Nutzer positive Rückmeldung. Der Nutzer sieht stets wie viele Schritte noch zu erledigen sind um ein End- oder Etappenziel zu erreichen.

Viele soziale Netzwerke, darunter *Google Plus* und *LinkedIn*, verwenden Fortschrittsanzeigen mit Prozentangaben um die Vollständigkeit des persönlichen Nutzerprofils anzuzeigen. Mit jeder Information, die der Nutzer seinem Profil hinzufügt, steigt der Fortschrittsindikator, wodurch der Nutzer motiviert wird, sein Profil zu ergänzen und damit mehr Informationen preiszugeben. Schon direkt nach der Registrierung liegt die Vollständigkeit des Nutzerprofils bei mindestens 20 Prozent um dem Nutzer mitzuteilen, dass er bereits begonnen hat, sein Profil auszufüllen.

---

<sup>10</sup><https://plus.google.com/>

<sup>11</sup><https://de.linkedin.com>

<sup>12</sup><https://www.dropbox.com>



### 4 Konzept

In diesem Kapitel wird das Konzept vorgestellt, nach dem eine Video-Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org realisiert werden soll, die auch Musikern mit geringem Bekanntheitsgrad erlaubt, Einspielungen über eine Konzertplattform einem größeren Publikum live zu zeigen. Zunächst werden in Kapitel 4.1 die zu erfüllenden Kriterien der Live-Streaming-Komponente erläutert. Diese bestimmen maßgeblich die Wahl eines geeigneten Videoportals als Basis der Live-Streaming-Erweiterung, auf dessen Notwendigkeit und Kriterien in Kapitel 4.2 eingegangen wird. Es folgen eine ausführliche Begründung, warum Youtube die geeignetste Plattform für die Erweiterung ist und eine Beschreibung der Schritte, die durch die Entscheidung für Youtube von Nutzern der Live-Streaming-Erweiterung durchzuführen sind. Nach Erläuterungen zur Planung der Erweiterung und damit zum allgemeinen Aufbau, zur allgemeinen Funktionsweise, Usability sowie Nutzergewinnung und -motivation in Kapitel 4.3, wird in Kapitel 4.4 kurz die Vorgehensweise zur Entwicklung der Live-Streaming-Komponente geschildert.

#### 4.1 Kriterien

Die Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org soll Nutzern im Rahmen einer Webanwendung eine funktionsfähige Möglichkeit bieten, klassische Musikeinspielungen der IMSLP-Community zu zeigen. Bereits aufgezeichnete Musikeinspielungen sollen mit IMSLP verknüpft und neue Einspielungen als Livestreams der IMSLP-Community annähernd in Echtzeit gezeigt werden können. Es soll möglich sein eine Einspielung, auch nach ihrer Aufzeichnung, auf IMSLP in einem eingebetteten Mediaplayer anzuschauen. Voraussetzung ist eine geeignete Infrastruktur zur Verwaltung, Übertragung und permanenten Verfügbarkeit aller Livestreams und Videos (siehe Kapitel 4.2 Wahl eines Videoportals als Basis der Live-Streaming-Erweiterung).

Bei der Entwicklung der Live-Streaming-Komponente soll ein besonderes Augenmerk auf die Vereinfachung des Live-Streaming-Vorgangs für neue Nutzer, eine einfache Darstellung und die Motivation von Nutzern, Livestreams zu erzeugen, gelegt werden. Dazu bedarf es einer Anleitung um neuen Nutzern den einfachsten Weg zu zeigen, wie der Live-Streaming-Vorgang durchzuführen ist. Neben Funktionen zur Erstellung, Verwaltung und zum Anschauen von Livestreams, muss die Live-Streaming-Erweiterung den Nutzern somit Erklärungen zu allen Teilschritten des Live-Streaming-Vorgangs bieten.

Diese Kriterien wurden bei der Wahl eines Videoportals, auf das die Live-Streaming-Erweiterung aufsetzen soll und bei deren Planung berücksichtigt.

#### 4.2 Wahl eines Videoportals als Basis der Live-Streaming-Erweiterung

##### 4.2.1 Notwendigkeit und Kriterien

Video-Live-Streaming erfordert durch die ein- und ausgehenden Livestreams sowie den zu speichernden Videodateien große Datenmengen, die serverseitig verlust- und latenzfrei verarbeitet werden müssen. Zudem wird, wie in Kapitel 2.2 erläutert wurde, zur schnellen und stabilen Auslieferung der Streams an die Zuschauer von Live-Veranstaltungen ein Content Delivery Network benötigt. Der Live-Streaming-Erweiterung wird keine eigene Infrastruktur zur Verfügung stehen, die diesen Anforderungen gerecht wird. Aus diesem Grund muss die Erweiterung auf ein Videoportal aufsetzen, das eine zuverlässige Infrastruktur zur Verfügung stellt. Nur so kann eine stabile Übertragung und eine permanente Verfügbarkeit aller Livestreams und Videos gewährleistet werden.

Das Videoportal muss zwei weitere Kriterien erfüllen:

Es soll eine API anbieten mit deren Implementierung Schritte des Vorgangs zum Erstellen von Livestreams automatisiert werden können. Durch Automatisierungen soll dieser Vorgang



stark vereinfacht und an die Anforderungen der Live-Streaming-Erweiterung angepasst werden. Dadurch soll es möglich sein, dem Nutzer das Live-Streaming möglichst zugänglich und direkt zu gestalten.

Das zweite wichtige Kriterium ist der direkte und kostenlose Zugang zur Plattform für Broadcaster und Zuschauer. Zuschauern soll es möglich sein, Live-Veranstaltungen ohne Anmeldung und ohne Anlegen eines Kontos anzuschauen.

#### 4.2.2 Youtube als Basis der Live-Streaming-Erweiterung

Unter den Video-Plattformen, die diese Kriterien erfüllen, bietet Youtube als Basis der Live-Streaming-Erweiterung einige Vorteile. Youtube ist die bekannteste aller Online-Video-Plattformen und es finden sich auf Youtube bereits zahlreiche live eingespielte Aufzeichnungen klassischer Musikstücke, die mit IMSLP verknüpft werden können.

Außerdem ist das Erstellen von Livestreams mit der Verwendung von Youtube für viele Nutzer zugänglicher als bei anderen Online-Videoplattformen. Viele potentielle Nutzer der Konzertplattform besitzen bereits ein Youtube-Konto. Durch das Überspringen einer Neuregistrierung für die Youtube-Plattform ist der Prozess, den ein Nutzer bis zum fertigen Livestream durchlaufen muss, kürzer. Seitdem alle Google-Konten mit Youtube-Konten verknüpft sind, kann sich jeder, der ein Google-Konto besitzt, bei Youtube anmelden und eigene Videos hochladen. Somit hat jeder Google-Konto-Besitzer automatisch ein Youtube-Konto. Insbesondere ist das soziale Netzwerk Google Plus eng an Youtube gekoppelt wodurch es nicht möglich ist ein Google-Plus-Konto zu besitzen ohne bei Youtube registriert zu sein. Google Plus besitzt mit knapp 2,5 Mrd eine sehr hohe Anzahl an registrierten Konten, die stetig steigt wie der Graph in Abbildung 4.1 [17] veranschaulicht. Sie ist deshalb so hoch, weil neben Youtube viele Google-Dienste, mitunter *GMail*, *Google Calendar* und *Google Drive* mit dem Anlegen eines Google-Plus-Kontos verknüpft sind und somit viele Nutzer von Google-Diensten ein Google-Plus-Konto besitzen ohne es aktiv zu nutzen. Mit Youtube als Basis für eine Live-Streaming-Erweiterung ergibt sich somit der Vorteil, dass alle Nutzer der Plattform, die Google-Dienste in Anspruch nehmen, einen elementaren Teilschritt beim Erstellen eines Livestreams bereits erledigt haben wenn sie anfangen den Live-Streaming-Prozess zu durchlaufen.

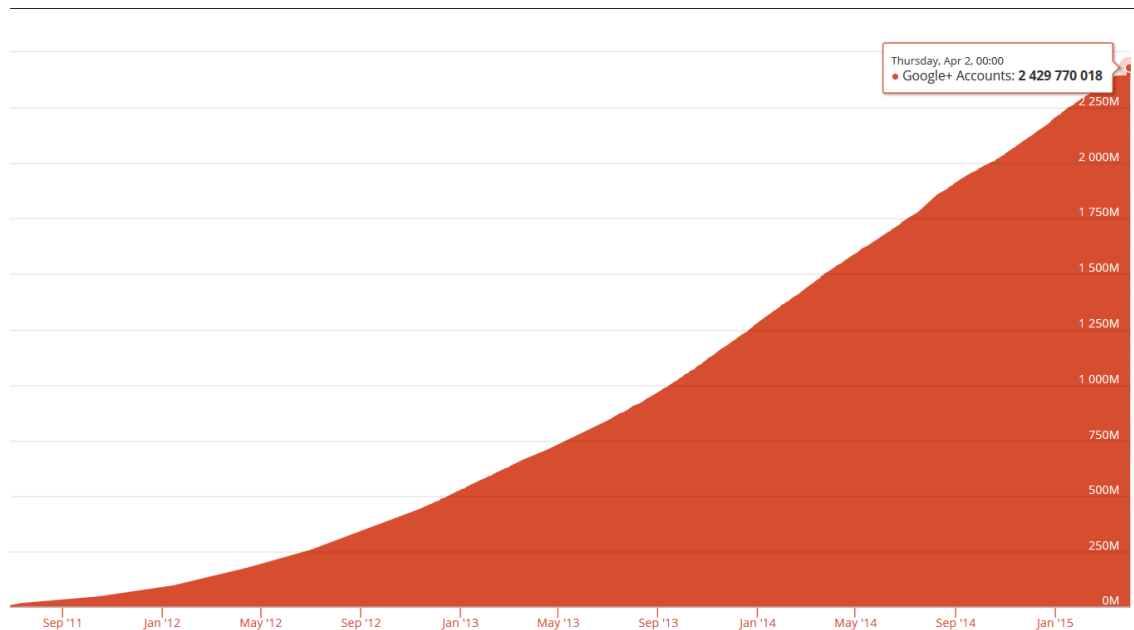


Abbildung 4.1: Anzahl der registrierten Konten des sozialen Netzwerks Google Plus



Ein weiterer Vorteil des Live-Streamings mit Youtube ist die auf Youtube zugeschnittene Encoder-Software *Wirecast for Youtube*, die sehr leicht zu bedienen und kostenlos ist. Obwohl gerade für Nutzer, die noch nie einen Livestream erstellt haben, Erklärungen zur Bedienung notwendig sind, muss sich der Nutzer bei *Wirecast for Youtube* mit keinerlei Details zum Live-Streaming befassen, wie zum Beispiel bei Adobes Flash Media Live Encoder [18].

#### 4.2.3 Notwendige Schritte beim Live-Streaming mit Youtube

Unabhängig von der Implementierung des Live-Streaming-Ablaufs, der über die Youtube-Oberfläche oder eine andere Implementierung der Youtube-APIs erfolgen kann, sind nutzerseitig mindestens drei Schritte notwendig um einen Livestream zu erstellen:

##### Schritt 1

Der Nutzer meldet sich bei Google oder direkt bei Youtube an um in seinem Konto die Live-Streaming-Funktion einzuschalten. Hat er noch kein Konto, ist eine Registrierung und das Erstellen eines Kanals Voraussetzung. Die Anmeldung muss nicht auf der Domäne von Youtube, sondern kann über ein Dialogfenster, erfolgen. Für das Einschalten der Live-Streaming-Funktion muss der Nutzer sein Konto telefonisch bzw. per Textnachricht verifizieren, was sich mit wenigen Eingaben durchführen lässt.

##### Schritt 2

Nach diesem einmaligen Vorgang kann der Nutzer im zweiten Schritt beliebig viele Live-Veranstaltungen anlegen, ihr Datum setzen sowie Privatsphäreinstellungen vornehmen und zugehörige Streams erstellen, über die die Übertragungsqualität mit der Wahl einer Bitrate festgelegt wird. Ein erstellter Stream wird mit einer Live-Veranstaltung verknüpft und kann, sofern die Live-Veranstaltung noch nicht gesartet wurde, jederzeit ausgetauscht werden.

##### Schritt 3

Im dritten Schritt startet der Nutzer seine Encoder-Software wie zum Beispiel *Wirecast for Youtube*, bestimmt darin durch Wählen des Quellsignals den Video- und Audioinhalt des Streams und aktiviert diesen. Damit wird der Stream an die erstellte Live-Veranstaltung im Youtube-Konto gesendet und der Nutzer kann diese starten.

Die Registrierung bei Youtube und das Einschalten der Live-Streaming-Funktion im Konto können nicht umgangen werden, werden aber nur einmal durchgeführt. Der zweite und dritte Schritt sind für jeden Livestream zu erledigen. Während der Umfang des dritten Schritts von der Bedienbarkeit der Encoder-Software abhängt, können die Erstellung von Live-Veranstaltungen und allen weiteren damit verbundenen Teilschritte im zweiten Schritt durch Implementierungen der Youtube-API stark vereinfacht werden.

### 4.3 Planung der Live-Streaming-Erweiterung

#### 4.3.1 Allgemeiner Aufbau

Die Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org soll als Webanwendung implementiert werden und damit in jedem modernen Browser aufrufbar sein. Um die in Kapitel 4.1 genannten Kriterien adäquat zu erfüllen, ist eine Lösung erforderlich, die keine Einschränkungen durch die Benutzeroberfläche von IMSLP.org erfährt. Deshalb soll die Erweiterung nicht auf IMSLP.org beschränkt,

sondern eine externe Webseite angeboten werden, die alle Funktionen zum Livestreamen sowie zum Verknüpfen von bereits aufgezeichneten Videos mit IMSLP und die Anleitung zur Erklärung des Live-Streaming-Vorgangs realisiert. Dies legt nahe, die Integration der Live-Streaming-Komponente in IMSLP auf ein Widget mit kleinen Funktionalitäten zu reduzieren und darin auf die externe Seite der Anwendung zu verweisen. Damit entsteht eine eigenständige Konzertplattform, auf der alle wichtigen Funktionen uneingeschränkt umgesetzt werden können. Dies wird in Abbildung 4.2 skizziert.

Wie ebenfalls der Abbildung entnommen werden kann, wird das Widget auf allen Seiten auf IMSLP.org eingepflegt, die für ein musikalisches Werk der Petrucci-Bibliothek stehen. Dies ist notwendig, da wie in Kapitel 2.1 bereits erläutert wurde, für jedes Werk der Petrucci-Bibliothek eine eigenständige Seite auf IMSLP.org existiert.

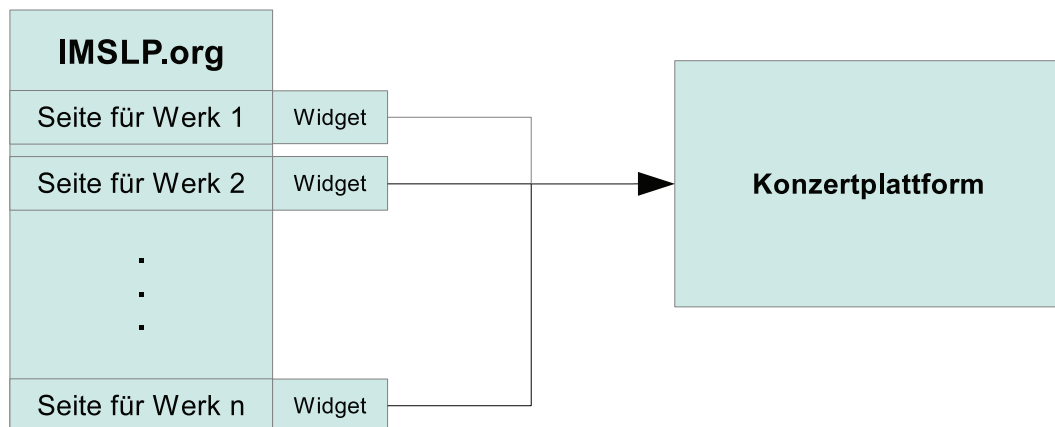


Abbildung 4.2: Verlagerung aller wichtigen Funktionen zum Erstellen von Livestreams und Verknüpfen von Videos in eine externe Webseite, die Konzertplattform.

Die Konzertplattform ist die Komponente, die den Großteil der in 4.1 genannten Kriterien erfüllen soll und damit für das Bereitstellen von Videos und Livestreams auf IMSLP zuständig ist. Das Widget auf IMSLP soll alle aktuell laufenden Livestreams des jeweiligen musikalischen Werkes und alle mit dem Werk verknüpften Videos anzeigen. So haben IMSLP-Nutzer die Möglichkeit sich direkt Interpretationen des Werkes anzuschauen auf dessen Seite sie sich gerade befinden. Das Widget übernimmt auch die Funktion der Schnittstelle zwischen IMSLP und Konzertplattform und dient als Startpunkt der Live-Streaming-Erweiterung für den Nutzer. Neben kurzen Informationen soll es Links zur Konzertplattform enthalten und damit IMSLP-Nutzer auf die Konzertplattform aufmerksam machen.

#### 4.3.2 Allgemeine Funktionsweise

Die Live-Streaming-Erweiterung ist eine Webanwendung, die nach dem klassischen Client-Server-Modell funktionieren soll. Die Broadcasts<sup>13</sup>, die mithilfe der Konzertplattform erstellt werden, und die mit IMSLP verknüpften Videos liegen auf den Youtube-Servern und werden dort verwaltet. Die Konzertplattform bildet eine Anwendungsschicht über Youtube, die eine Teilmenge aller Youtube-Videos referenziert und eine eingeschränkte Verwaltung dieser Teilmenge realisiert. Änderungen an Youtube-Videos eines Nutzers - inklusive der Youtube-Videos, die über die Konzertplattform erstellt wurden - können auf Youtube direkt vorgenommen werden, wodurch eine

<sup>13</sup>Broadcasts sind normale Youtube-Videos, deren Inhalt nicht als Filmdatei hochgeladen sondern als Stream empfangen wird, ansonsten aber identisch gehandhabt werden.

kontinuierliche Überprüfung der Richtigkeit aller Referenzen auf Broadcasts nötig ist. Die Referenzen sollen in einer Datenbank gehalten werden, sodass sie von jeder Serverinstanz abgerufen und dem jeweiligen Client übergeben werden können. Die Clients können dann mithilfe der Referenzen alle verknüpften Videos über die Youtube-Server erreichen und auf ihrer Benutzeroberfläche einbetten.

#### 4.3.3 Usability

##### Benutzung der Konzertplattform

Die Umsetzung der Live-Streaming-Funktionen hat zum Ziel, dem Nutzer das Erstellen von Livestreams mit der geringstmöglichen Anzahl an Klicks zu erlauben. Deshalb sollen Schritte, die der Nutzer normalerweise im Youtube-Konto vornimmt, automatisiert werden (siehe nächsten Abschnitt). Insbesondere soll die Zugänglichkeit der Live-Streaming-Funktionen unabhängig von der Erfahrung des Nutzers im Erstellen von Livestreams sein. Benutzer, die die Funktionsweise des Live-Streamings mit der Konzertplattform bereits kennen, sollen nicht den gleichen angeleiteten Vorgang durchlaufen müssen, den Nutzer benötigen, die ihren ersten Livestream erstellen. Somit sollen erfahrene Nutzer die Live-Streaming-Funktionen direkt erreichen können und damit die Möglichkeit haben, Livestreams in kürzester Zeit zu erstellen ohne Einschränkungen in der Bedienbarkeit durch einen Lernvorgang zu erfahren.

Jeder Nutzer, der einen Livestream erstellt, muss aufgefordert werden sich in sein Youtube-Konto einzuloggen. Diese Aufforderung soll so spät wie möglich erfolgen wodurch die Durchführung der ersten Schritte des Live-Streaming-Vorgangs ohne Login möglich sein soll. Über die Konzertplattform erstellte Livestreams sollen direkt mit IMSLP verknüpft werden. Vorhandene Videos in den Youtube-Kanälen von Nutzern der Konzertplattform sollen mit wenigen Eingaben und ohne Login mit IMSLP verknüpft werden können.

##### Automatisierung von Teilschritten und Anleitung

Wie in Kapitel 4.2.3 ausführlicher behandelt wurde, muss ein neuer Nutzer, unabhängig von der Implementierung des Live-Streaming-Vorgangs, zum Erstellen von Livestreams mit Youtube mindestens drei Schritte durchführen:

1. Anmeldung/Registrierung und Einschalten der Live-Streaming-Funktion im Youtube-Konto
2. Erstellen eines Broadcasts und zugehörigen Streams
3. Senden des encodierten Video- und Audiosignals an Youtube

Um dem Nutzer das Erstellen von Livestreams möglichst einfach zu gestalten, müssen alle Teilschritte automatisiert oder dem Nutzer verständlich erklärt werden. Der erste Schritt setzt eine telefonische Verifikation des Youtube-Kontos voraus und der dritte die Installation und Bedienung einer Encoder-Software. Diese Schritte sind durch den Standardablauf des Live-Streamings mit Youtube vorgegeben, können nicht automatisiert werden und lassen deshalb keine 1-Klick-Lösung zu. Der zweite Schritt kann durch Zugriffe auf die Youtube-APIs automatisiert und dem Nutzer damit stark vereinfacht werden. Eine Anleitung, die die Durchführung aller Schritte erklärt, soll eine Ergänzung zu der Automatisierung des zweiten Schritts darstellen. Insbesondere der dritte Schritt, in dem der Nutzer die Encoder-Software *Wirecast for Youtube* bedienen muss, soll im Detail erklärt werden. Durch die Automatisierung des zweiten Schritts ist der gesamte Vorgang für Nutzer, die bereits ein Youtube-Konto mit eingeschalteter Live-Streaming-Funktion besitzen - abgesehen von den Einstellungen, die in der Encoder-Software vorgenommen werden müssen - einer 1-Klick-Lösung nahe. Leicht zugängliche Steuerelemente sollen das Initiieren der automatischen Ausführung des zweiten Schrittes ermöglichen. Der Nutzer muss sich somit weder mit Details zum Live-Streaming noch nach erfolgter Registrierung - abgesehen von einem Login

- näher mit der Youtube-Plattform auseinandersetzen.

#### 4.3.4 Nutzergewinnung und -motivation

Zur Gewinnung von ersten Nutzern für die Konzertplattform werden zwei Nutzergruppen betrachtet. Die erste und größere Gruppe besteht aus IMSLP-Nutzern, die durch das auf IMSLP.org eingebettete Widget (siehe Kapitel 4.3.1) auf die Konzertplattform aufmerksam gemacht werden sollen. Mit Links zu einer Landingpage soll diese Nutzergruppe für die Konzertplattform interessiert und über den Funktionsumfang der Plattform informiert werden. Das Ziel der Landingpage ist, viele Nutzer für die Konzertplattform zu gewinnen, die vorhandene Live-Aufzeichnungen auf Youtube mit IMSLP verknüpfen oder neue Live-Einspielungen zur Verfügung stellen.<sup>14</sup>

Die zweite Nutzergruppe besteht aus Musikern, die regelmäßig Videos von Interpretationen klassischer Stücke auf Youtube hochladen. Obwohl sie kleiner ist, ist diese Nutzergruppe die wichtigere weil sie durch den Besitz von bereits aufgezeichneten Videos im Youtube-Kanal und ihre Erfahrung über das Aufzeichnen von Videos eine direktere Möglichkeit hat, Videos mit IMSLP zu verlinken. Diese Gruppe soll über Youtube angesprochen und schon vor der Veröffentlichung der Live-Streaming-Erweiterung auf die Konzertplattform aufmerksam gemacht werden.

Neben der Werbung mit größeren Zuschauerzahlen für Musikeinspielungen, die mit der Benutzung der Konzertplattform erreicht werden können, soll zur Motivation von Nutzern, Live-streams zu erstellen, der komplexe Live-Streaming-Vorgang mit den in Kapitel 4.3.3 erläuterten Mitteln erleichtert und einfach dargestellt werden.

Außerdem soll der Vorgang durch eine Anzeige über den Fortschritt des Nutzers beim Erstellens eines Livestreams motivierend dargestellt werden. Wie in Kapitel 3.3 erläutert wurde, können Fortschrittsindikatoren die Motivation von Nutzern, eine Handlung durchzuführen, erhöhen. Deshalb soll der Nutzer nach erledigten Schritten positive Rückmeldung erhalten. So hat der Nutzer stets ein Ziel vor Augen und kann einschätzen wie viele Schritte noch zu erledigen sind.

#### 4.4 Vorgehen

Zur Umsetzung des in Kapitel 4 vorgestellten Konzepts soll folgendermaßen vorgegangen werden: Zunächst soll das Konzept mit einer Befragung von potentiellen Nutzern der Konzertplattform validiert werden. Dabei wird bestimmt ob Youtube-Musiker generell an einer Verknüpfung ihrer Einspielungen mit IMSLP über eine Konzertplattform interessiert sind. Außerdem wird in Erfahrung gebracht welche Funktionen Umfrageteilnehmer nutzen würden wodurch vorab Implementierungsdetails abgeklärt werden. Anschließend wird mithilfe der Umfrageergebnisse sowie geeigneten Toolkits und Diensten ein Prototyp der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org entwickelt. Abschließend folgt eine Evaluation, in deren Rahmen das Nutzerverhalten beobachtet und Verbesserungspotential aufgedeckt wird um mit weiteren Anpassungen zukünftig mehr Nutzer für die Live-Streaming-Erweiterung zu gewinnen und diese zu motivieren mehr Einspielungen klassischer Musikstücke auf der Konzertplattform und IMSLP zur Verfügung zu stellen.

---

<sup>14</sup>Außer auf ihren Zweck wird in dieser Arbeit nicht näher auf die Landingpage eingegangen. Insbesondere wird nicht auf die Umsetzungsdetails der Landingpage eingegangen, da diese stetig signifikanten Änderungen unterliegt und eine Dokumentation keine Repräsentation eines aktuellen Standes zulässt.

## 5 Konzeptvalidierung

### 5.1 Ziel der Konzeptvalidierung

Vor der Implementierung der Live-Streaming-Erweiterung soll anhand einer Umfrage bestimmt werden ob potentielle Nutzer Interesse haben, ein größeres Publikum für ihre klassische Interpretationen zu erreichen und eine Konzertplattform für klassische Musik als Teil der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org nach dem in Kapitel 4 vorgeschlagenen Konzept, benutzen würden. Insbesondere soll in Erfahrung gebracht werden ob die Umfrageteilnehmer am Erstellen von Livestreams für klassische Konzerte interessiert sind und wie der Live-Streaming-Vorgang umgesetzt und erklärt werden soll. Mithilfe eines Fragebogens, der diese Fragen klärt, kann schließlich das Konzept konkretisiert und umgesetzt werden.

### 5.2 Nutzerbefragung

#### Durchführung

Zunächst wurde auf Youtube nach Musikern gesucht, die regelmäßig Interpretationen von klassischen Musikstücken mit einem beliebigen Instrument zeigen und auf Youtube nur so viele Zuschauerzahlen haben, dass sie von einer Erweiterung ihres Publikums durch die Verknüpfung ihrer Videos mit IMSLP profitieren können. Diese Nutzergruppe ist durch ihre Erfahrung mit dem Aufzeichnen von Videos über Youtube und ihrem gleichzeitigen Interesse an klassischer Musik die Zielgruppe mit dem potentiell größten Interesse an der Live-Streaming-Erweiterung und damit am besten für eine Konzeptvalidierung geeignet. Sie wurde über private Youtube-Nachrichten über einen Link zu einem Online-Fragebogen verwiesen und gebeten diesen zu beantworten.

#### Umfrageergebnisse

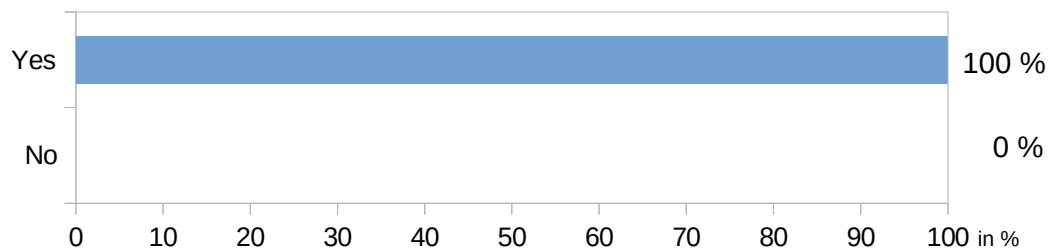
Im Rahmen der Umfrage wurden etwa 65 Musiker auf Youtube angeschrieben, von denen 14 den Fragebogen ausfüllten.

Anhang A zeigt alle Umfrageergebnisse in einer Tabelle. Zwei von 14 Personen geben an, professionell im Musikbereich tätig zu sein während 12 Personen Hobbymusiker sind. Alle Teilnehmer hätten gerne ein größeres Publikum für ihre musikalischen Interpretationen auf Youtube und nahezu alle würden eine Konzertplattform benutzen, die ihnen hilft ein größeres Publikum zu erreichen. Neun von 14 würden mindestens eines ihrer Videos mit IMSLP verknüpfen. Live-Streaming ist für sechs Teilnehmer interessant, während vier momentan nicht und vier weitere gar nicht interessiert sind. Der Hauptgrund für das geringere Interesse an Live-Streaming als an der Konzertplattform allgemein, ist neben Lampenfieber bei Auftritten und technischen Voraussetzungen des Live-Streamings, die fehlende Erfahrung im Erstellen von Livestreams. Zehn Teilnehmer begrüßen dennoch die Möglichkeit mit der Konzertplattform von zuhause aus Live-Konzerte geben zu können. Mit einer Anleitung, die erklärt wie der Live-Streaming-Vorgang durchzuführen ist, würden drei Teilnehmer das Live-Streaming ausprobieren, vier eventuell, weitere vier eher nicht und zwei Teilnehmer nicht. Für eine Umsetzung dieser Anleitung bevorzugt mit neun Teilnehmern ein Großteil Erklärungen zum Live-Streaming-Vorgang mit Text und Bildern. Bis auf vier würden alle Teilnehmer eine Automatisierung des Live-Streaming-Vorgangs gegenüber der herkömmlichen Erstellung von Livestreams über die Youtube-Oberfläche vorziehen. Der Großteil der Umfrageteilnehmer ist daran interessiert, aufgezeichnete Livestreams und mit IMSLP verknüpfte Videos nicht nur auf IMSLP sondern auch auf der Konzertplattform anschauen zu können.

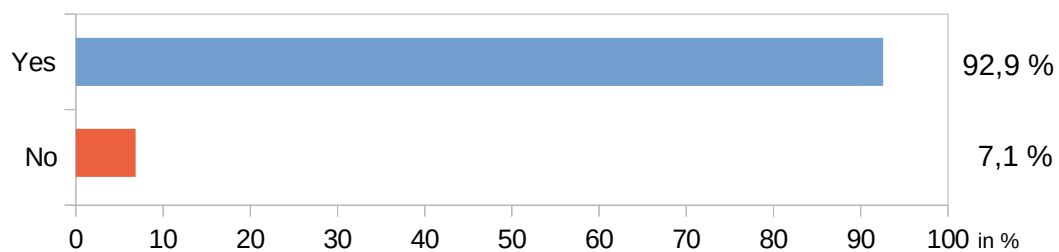
Die folgenden Seiten zeigen eine Visualisierung der Umfrageergebnisse anhand derer das Konzept konkretisiert werden kann.

## Visualisierung der wichtigsten Umfrageergebnisse

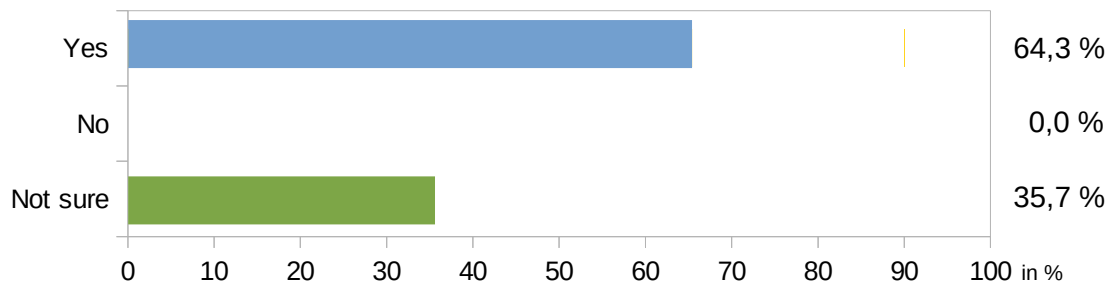
Would you like to have a larger audience for your classical music performances on Youtube?



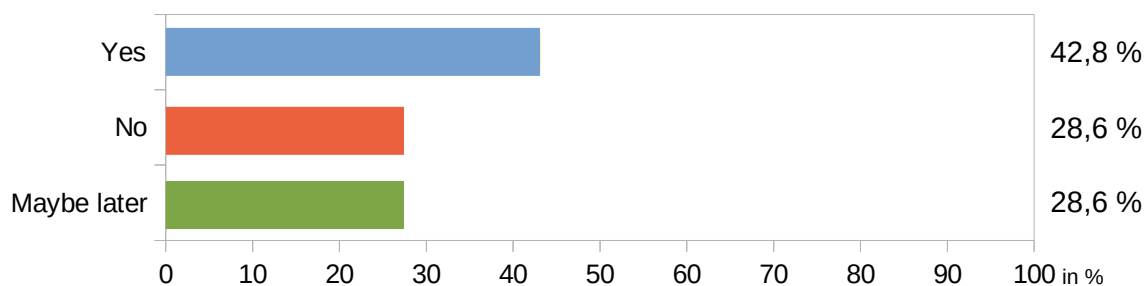
The concert platform helps musicians on Youtube to reach a larger audience for their music performances.  
Would you use such a platform?



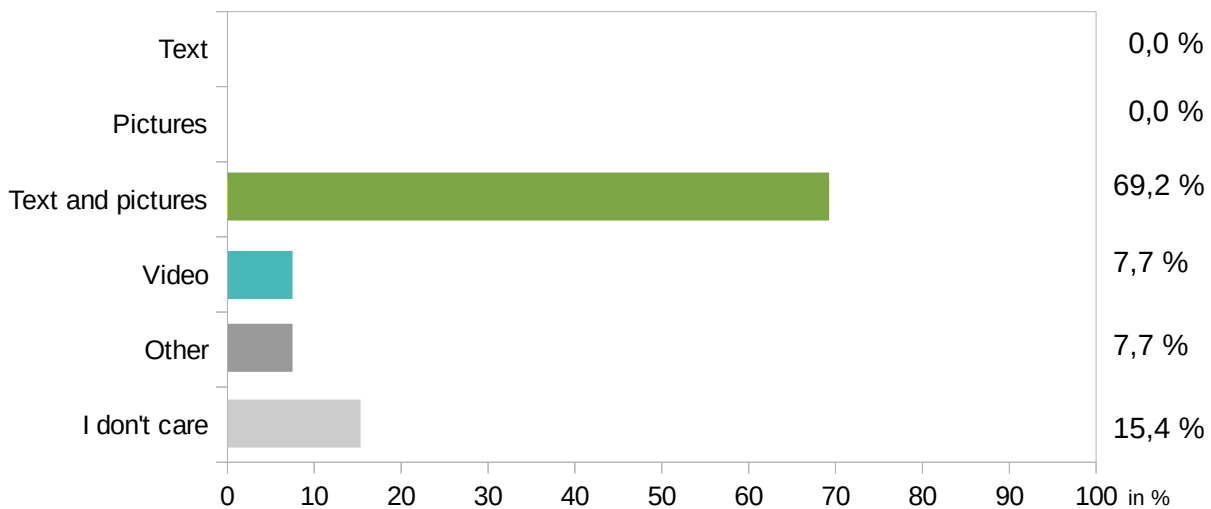
Would you link at least one of your classical performance videos on Youtube with IMSLP now or later?



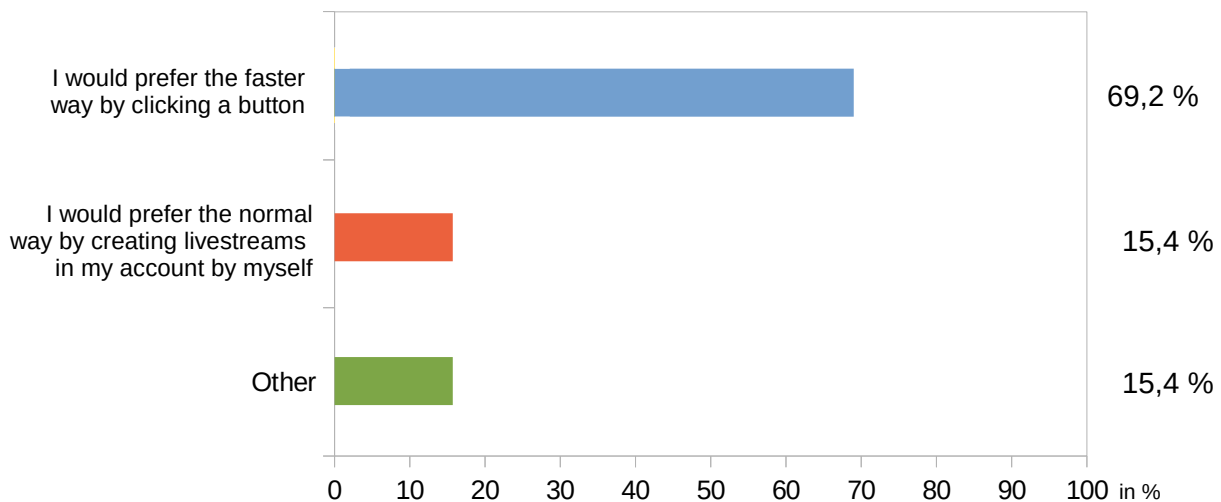
The concert platform will give musicians the possibility to record new performances in a livestream. You will be able to give concerts so that people on IMSLP can watch you playing a certain piece live. Would this be interesting for you?



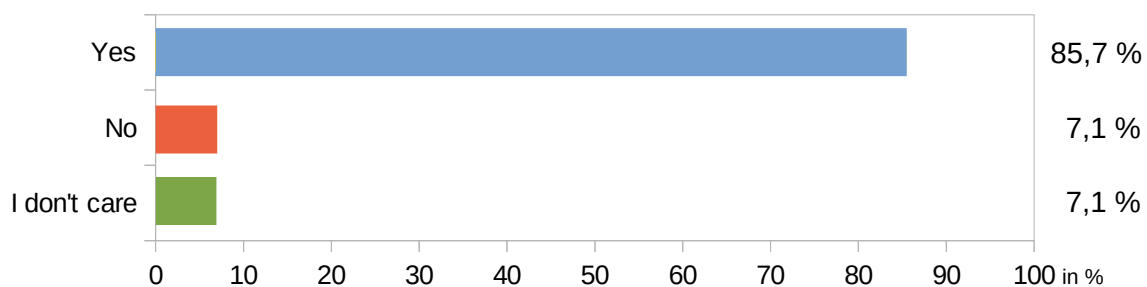
Which kind of explanation how live streaming works would you prefer?



Would you like to have a button on the concert platform that automatically creates a livestream in your Youtube channel or would you prefer to create the livestream on Youtube by yourself?



Would it be interesting for you if people can watch your collection of your linked performances not only on IMSLP but also directly on the concert platform?



### 5.3 Konzeptkonkretisierung auf Basis der Umfrageergebnisse

Die Umfrageergebnisse zeigen, dass klassische Musiker auf Youtube Interesse an einem größeren Online-Publikum haben und damit an einer Verknüpfung ihrer Musikeinspielungen mit IMSLP über eine Konzertplattform. Eine Funktion zum Verknüpfen bereits eingespielter Videos ist für die meisten Umfrageteilnehmer noch interessanter als eine Live-Streaming-Funktion, weshalb beide Funktionen implementiert werden sollen. Eine Automatisierung von Teilschritten beim Erstellen von Livestreams wird bevorzugt und soll deshalb implementiert werden. Die Anleitung zum Erstellen von Livestreams soll mit Text und Bildern umgesetzt werden. Außerdem sollen Nutzer die Möglichkeit haben, alle Livestreams und mit IMSLP verknüpften Videos direkt auf der Konzertplattform anzuschauen.



## 6 Umsetzung

In diesem Kapitel wird die Umsetzung der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org nach dem in Kapitel 4 vorgestellten Konzept und dessen Validierung in Kapitel 5 beschrieben. Zunächst wird kurz auf die genutzten APIs, Toolkits und Dienste und deren Verwendung eingegangen. Anschließend werden die Struktur und die Funktionsweise der entwickelten Webanwendung unter Einbezug aller wichtigen Komponenten erläutert. Es folgt die Schilderung einer bei der Implementierung aufgetretenen Herausforderung und die Erläuterung wie dieser begegnet wurde. Schließlich wird die Umsetzung der Benutzeroberfläche der Konzertplattform erläutert und abschließend die Einbettung der Live-Streaming-Erweiterung auf IMSLP.org.

### 6.1 Verwendete APIs, Toolkits und Dienste

#### Youtube APIs und OAuth 2.0

Für die Live-Streaming-Erweiterung wurden die *Youtube Data API* [19] und *Youtube Live Streaming API* [20] implementiert. Mithilfe dieser APIs können Youtube-Daten abgerufen und Zugriffe auf die Konten der Nutzer vorgenommen werden, sofern diese Zugriffe erlauben. So können beispielsweise im Youtube-Konto eines Nutzers Live-Veranstaltungen erstellt, bearbeitet und wieder gelöscht werden. Für API-Aufrufe wird das Autorisierungsprotokoll *OAuth 2.0* verwendet (siehe [21]). Eine Applikation, die OAuth 2.0 implementiert, fordert den Nutzer auf, der Applikation Zugriff auf seine Daten zu gewähren. Auf der Konzertplattform findet das Autorisierungsverfahren Verwendung um Änderungen im Youtube-Konto des Nutzers vornehmen zu dürfen. Eine Applikation sollte nur nach den Berechtigungen fragen, die sie braucht um den jeweiligen API-Aufruf durchzuführen. Dadurch sind Nutzer eher geneigt, den Zugriff zu erlauben. Dem Nutzer wird in einem Zustimmungsbildschirm angezeigt, nach welchen Berechtigungen die Applikation fragt und kann diesen zustimmen oder sie ablehnen.

#### Google App Engine

Google App Engine ist eine *Platform as a Service*, die Entwicklern eine vorhandene Infrastruktur bietet, Web-Applikationen zu hosten und zu verwalten (siehe [22]). Mit Google App Engine als Hosting-Plattform wurden weitere Dienste in Anspruch genommen:

##### *App Engine Datastore*

Google App Engine stellt einen persistenten Datenspeicher zur Verfügung. Die Konzertplattform speichert dort Daten über die Broadcasts, die von Nutzern über die Plattform erstellt wurden und die Videos, die mit IMSLP verknüpft wurden.

##### *Cron Service*

Google Cron ist ein Dienst, der erlaubt, Prozesse zu bestimmten Zeiten und in beliebigen Intervallen aufzurufen. Dabei werden sogenannte Cronjobs definiert. Cronjobs sind Servlets, die über *HTTP GET*-Anfragen zum gewünschten Zeitpunkt aufgerufen werden um bestimmte Aufgaben zu erledigen.

#### Google Web Toolkit

Das Google Web Toolkit (GWT) ist ein Entwicklungs-Toolkit, das das Schreiben von komplexen browsergestützten Web-Anwendungen in Java ermöglicht (siehe [23]). Der geschriebene Java-Code wird in Javascript übersetzt wodurch die veröffentlichte Anwendung aus reinem Javascript und HTML besteht und somit in jedem Browser angezeigt werden kann ohne dass eine

Laufzeitumgebung benötigt wird.

Das *Remote Procedure Call Framework* des GWT erleichtert das Austauschen von Java-Objekten über HTTP zwischen Client und Server. Der Client ruft asynchron über Remote Procedure Calls (RPC) Servermethoden auf und erhält Java-Objekte als Rückgabewerte. Die Serverinstanzen, die RPCs entgegennehmen können, heißen *RemoteServiceServlets* und können über Schnittstellen mit dem Client serialisierbare Java-Objekte austauschen. Soll durch eine Nutzerinteraktion mit der Webseite eine Servermethode ausgeführt werden, ruft der Client über eine Schnittstelle die Methode im dafür zuständigen serverseitigen *RemoteServiceServlet* auf. Nach der Ausführung wird der *RemoteService* des Clients mithilfe einer Callback-Funktion über den Erfolg des Ausführens der Methode informiert und der Nutzer bekommt ggf. Rückmeldung.

## 6.2 Struktur und Funktionsweise der Anwendung

### 6.2.1 Überblick

Die Live-Streaming-Erweiterung für die Petrucci-Bibliothek besteht aus vier Hauptkomponenten. Die erste Komponente ist das Widget, das direkt in die Seite IMSLP.org integriert wurde und als Schnittstelle zwischen der IMSLP Community und der zweiten Komponente, der Konzertplattform, dient. Diese ist der Kern der Erweiterung auf der Nutzer Livestreams für IMSLP-Stücke erstellen, Videos mit IMSLP verknüpfen und wieder entfernen können. Die dritte Komponente ist das Videoportal Youtube, auf dessen Servern alle Videos und Streams hinterlegt werden. Youtube ist somit ein unverzichtbarer Bestandteil, der mit der Kontoverwaltung sowie der Verwaltung und Übertragung aller Videos und Streams die Grundlage bildet. Die vierte Komponente ist eine Datenbank, in der alle erstellten Broadcasts referenziert werden. Die für die Anwendung entwickelten Serverinstanzen rufen die Inhalte der Datenbank ab und liefert den Clients die Pfade zu den in der Datenbank referenzierten Videos auf den Youtube-Servern. Des Weiteren wurden die in Kapitel 6.1 vorgestellten Dienste integriert um die Entwicklung einer stabilen und funktionsfähigen Anwendung zu garantieren.

### 6.2.2 Zusammenspiel aller Komponenten

Abbildung 6.1 veranschaulicht das Zusammenspiel aller beteiligten Komponenten der Live-Streaming-Erweiterung. Alle folgenden Erläuterungen über ihre Funktionsweise unter Einbezug aller beteiligten Plattformen und verwendeten Dienste beziehen sich auf Abbildung 6.1.

#### Client-Server-Kommunikation

Die Serverfunktionen wurden auf mehrere Servlets verteilt, sodass manche Server-Instanzen nur für eine bestimmte Aufgabe zuständig sind. Die Servlets nehmen Anfragen von zwei verschiedenen Clients entgegen. Der erste Client ist ein eingebettetes Skript auf IMSLP.org und der zweite das Frontend der Konzertplattform. Die interne Kommunikation der Anwendung zwischen dem Client der Konzertplattform und dem Server wurde mithilfe des *GWT Remote Procedure Call Frameworks* (siehe Kapitel 6.1 *Google Web Toolkit*) umgesetzt. Die Servermethoden sind auf zwei *RemoteServiceServlets* aufgeteilt, die in der Abbildung zur Vereinfachung zusammengefasst wurden. Interaktionen des Nutzers mit der Webseite werden als Methodenaufrufe über Schnittstellen den *RemoteServiceServlets* übergeben. Die Servermethoden führen Aufrufe der Youtube-API, Zugriffe auf Youtube-Videos und Lese- und Schreibzugriffe auf den *Google App Engine Datastore*, in dem die Referenzen auf alle mit IMSLP verknüpften Youtube-Videos liegen, aus.

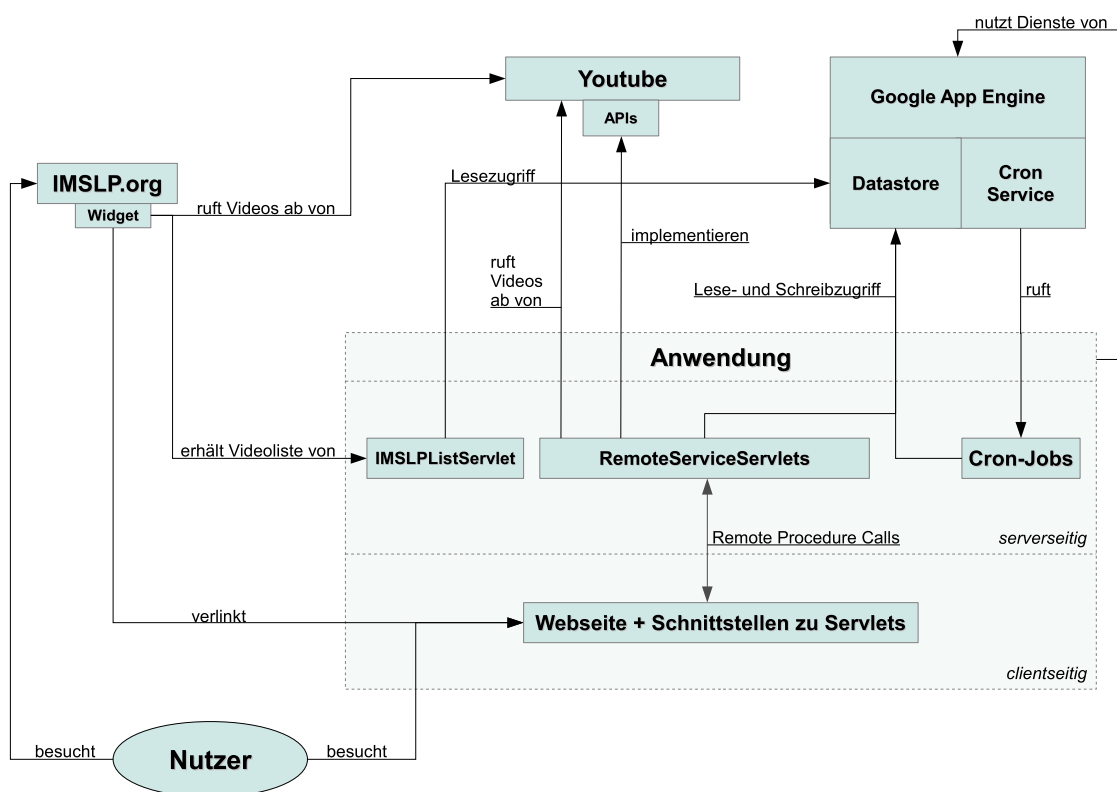


Abbildung 6.1: Zusammenspiel aller beteiligten Komponenten

### Verwaltung von Videos

Wie in Kapitel 4.3.2 näher erläutert wurde, liegen alle Videos, die mithilfe der Konzertplattform erstellt werden, auf den Youtube-Servern. Sobald ein erstellter Broadcast live ist, speichert deshalb die Anwendung nicht den Inhalt des Broadcasts, sondern legt einen Eintrag im *Google App Engine Datastore* an. Neben weiteren Daten über den Broadcast, wird dieser Eintrag mit der eindeutigen Video-Identifikationsnummer, die jeder Broadcast von Youtube erhält, beschrieben. Alle Einträge in der Datenbank ergeben zusammen die Liste aller Referenzen auf die Videos, die mithilfe der Konzertplattform aufgezeichnet oder mit IMSLP verknüpft wurden. Servlets, die diese Liste benötigen, können sie vollständig oder teilweise abrufen und an die Clients zum Abspielen der Videos übergeben. Die Clients sind, neben einer Sektion zum Anschauen von Videos auf der Konzertplattform (siehe Kapitel 6.4: Sektion 2: Wiedergabe von Videos), injizierte Javascripte auf IMSLP.org, die das Widget anzeigen lassen. Für diese Skripte wurde eigens ein Servlet, das *IMSLPListServlet* (siehe Abbildung 6.1), geschrieben. Es übergibt dem eingebetteten Skript auf IMSLP.org über JSON-Nachrichten die Liste aller Broadcasts, die für das jeweilige IMSLP-Stück in der Datenbank abgelegt wurden. Aus den darin enthaltenen Video-Identifikationsnummern können vollständige URLs zu den Youtube-Videos erzeugt werden. Die Videos werden also direkt von Youtube abgerufen während die Datenbank lediglich die nötigen Informationen liefert, um die URLs zu den angefragten Videos zu erhalten.

### Cronjobs

Des Weiteren wurden serverseitig Cronjobs definiert (siehe Kapitel 6.1 Google App Engine). Diese werden durch den Cron-Service aufgerufen und sind von der Client-Server-Kommunikation des Anwendungskerns abgekoppelt. Sie haben Lese- und Schreibzugriff auf die Datenbank und sind dafür zuständig, diese zu bereinigen (siehe Kapitel 6.3).

### Nutzer

Der Nutzer sieht von all diesen Komponenten lediglich das Widget auf IMSLP.org und die Konzertplattform, auf die ihn das Widget verweist. Eine Interaktion direkt mit der Youtube-Plattform ist nur notwendig wenn ein Konto angelegt und die Live-Streaming-Funktion eingeschaltet werden muss (siehe Kapitel 4.2.3: Notwendige Schritte beim Live-Streaming mit Youtube).

## 6.3 Herausforderung bei der Implementierung

Durch das Aufsetzen der Konzertplattform auf Youtube ergibt sich neben den in Kapitel 4 genannten Vorteilen auch eine Herausforderung. Der Umstand, dass alle Videos, die über die Konzertplattform erstellt werden, nicht der Konzertplattform gehören sondern einer Verwaltung von Youtube unterliegen, erlaubt Nutzern das Vornehmen von Änderungen an eigenen Videos direkt auf der Youtube-Plattform. Nutzer können eigene Videos jederzeit löschen oder das Abrufen und Einbetten von Videos in Privatsphäreinstellungen verbieten. In der Datenbank der Anwendung zeigen dann manche Referenzen auf unerreichbare oder leere Youtube-Videos. Diesem Problem wird mit einer automatischen Bereinigungsprozedur, die alle Referenzen auf Richtigkeit überprüft, begegnet. Falsche Referenzen werden entfernt, wodurch die Datenbank nur Einträge enthält, die auf Videos zeigen, die auf IMSLP.org und der Konzertplattform abgespielt werden können. Diese Prozedur wird mithilfe des Cron-Service (siehe Kapitel 6.1) durchgeführt. Der Cron-Service ruft in bestimmten Zeitintervallen insgesamt drei Cronjobs auf, die Bereinigungen vornehmen.

Dieses Konzept kann noch erweitert werden um beispielsweise Spam-Videos zu entfernen. Youtube erlaubt das Bewerten von Videos und es ist anzunehmen, dass Spam-Videos sehr schnell schlechte Bewertungen durch die Community erhalten. Ist der Prozentsatz der Negativbewertungen um einen festgelegten Wert höher als der der positiven Bewertungen, könnte ein Cronjob die Referenz auf das Video aus der Datenbank entfernen.

## 6.4 Benutzeroberfläche der Konzertplattform

Die Konzertplattform besteht aus drei Hauptsektionen:

In der ersten Sektion (*Go Live Section*) können Nutzer Livestreams erstellen, in einer weiteren Sektion (*TV Section*) Interpretationen anschauen sowie miteinander vergleichen und in der dritten Sektion (*Link Video Section*) bereits aufgezeichnete Youtube-Videos mit IMSLP verknüpfen. Im Folgenden werden die drei Sektionen im einzelnen betrachtet und deren Funktionen erläutert.

### Sektion 1: Live-Streaming-Funktionen

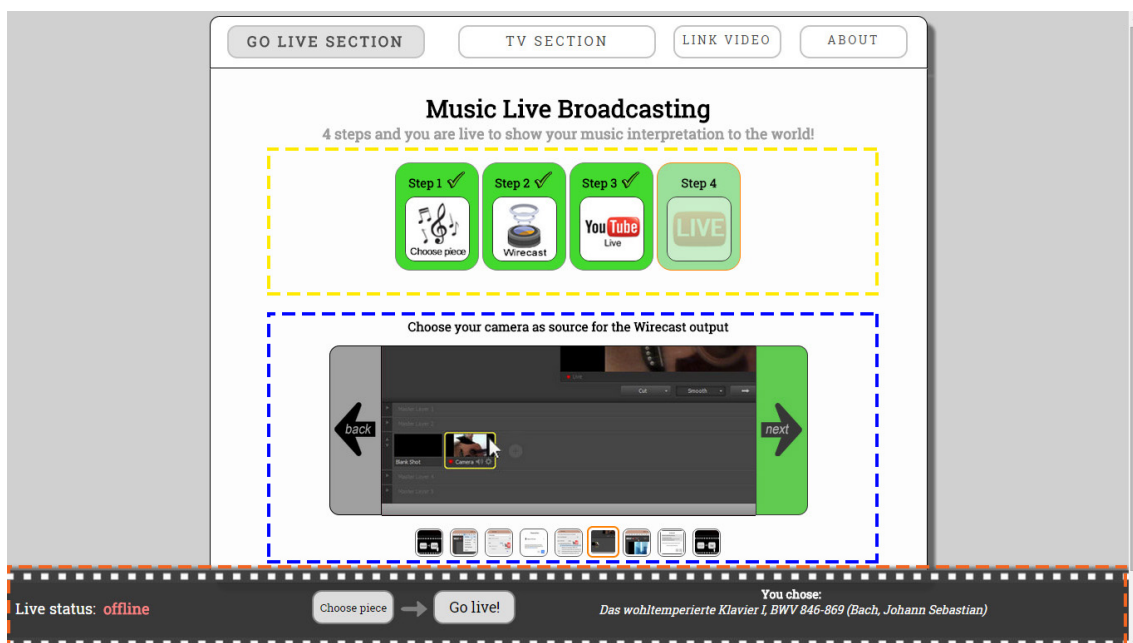


Abbildung 6.2: Benutzeroberfläche der Sektion zum Erstellen von Livestreams mit Anleitung in Form einer Galerie (blau), Fortschrittsanzeige (gelb) sowie stets zugänglichen Live-Streaming-Funktionen in einer darüberliegenden Ebene am unteren Rand (orange).

Abbildung 6.2 zeigt die erste Sektion der Benutzeroberfläche der Konzertplattform, die alle Bedienelemente und Erklärungen zum Erstellen von Livestreams enthält.

Der Vorgang zum Erstellen eines Livestreams besteht aus vielen kleinen Schritten, die zur vereinfachten Darstellung in vier Schritte zusammengefasst wurden. Diese vier Schritte sind eine für die Konzertplattform angepasste Version des von Youtube vorgegebenen Live-Streaming-Vorgangs, der in Kapitel 4.2.3 und 4.3.3 erläutert wurde:

1. Auswählen eines Werkes aus der Petrucci-Bibliothek
2. Download und Installation von *Wirecast for Youtube*
3. Anmeldung/Registrierung und Einschalten der Live-Streaming-Funktion im Youtube-Konto
4. Erstellen und Starten des Livestreams mithilfe von *Wirecast for Youtube*

Alle zu erledigenden und bereits erledigten Schritte werden über einer Galerie, die alle Teilschritte erklärt (blau eingerahmt), angezeigt. Diese Anzeige (gelb eingerahmt) bietet eine Übersicht aller zu erledigenden Schritte und dient als Fortschrittsindikator, durch den Nutzer nach erledigten Schritten positive Rückmeldung erhalten und motiviert werden sollen.

In Kapitel 3.3 wurde erläutert, dass die Motivation eines Nutzers zum Durchführen einer Handlung außerdem erhöht werden kann, wenn ihm vermittelt wird, dass er die durchzuführende Handlung bereits begonnen hat. Dieses Mittel zur Nutzermotivation wurde bei der Einteilung des Live-Streaming-Vorgangs in vier Schritte angewandt, indem der erste Schritt - das Wählen eines Werkes aus der Petrucci-Bibliothek - bereits erledigt ist, wenn der Nutzer die Konzertplattform über IMSLP.org betritt. Die Anwendung erhält das Werk, über dessen IMSLP-Seite der Nutzer auf die Konzertplattform verlinkt wurde, als URL-Parameter und legt dieses als das gewählte Stück fest.

Für das Erstellen von Livestreams wurden nur die Bedienelemente implementiert, die für eine benutzerfreundliche Live-Streaming-Möglichkeit notwendig sind (orange eingerahmt). Der Nutzer kann für das gewählte Stück direkt mit einem Klick auf den *Go live!*-Button einen Livestream erstellen oder mit einem Klick auf den *Choose piece*-Button über einen Dialog ein anderes Musikstück aus einer Liste, die alle Werke aus der Petrucci-Bibliothek enthält, auswählen und dafür einen Livestream anlegen. Die beiden Buttons und die Dialoge, die bei deren Benutzung erscheinen, sind die einzigen Steuerelemente, die zum Erstellen eines Livestreams notwendig sind.

Die Erstellung der Live-Veranstaltung und weitere Prozeduren, die die Veranstaltung für einen Stream empfangsbereit schalten, werden durch die Betätigung der zwei Buttons automatisiert durchgeführt. Damit werden die internen Vorgänge vor dem Nutzer versteckt und er kann ohne Kenntnisse der Youtube-Plattform und deutlich schneller als über die Youtube-Oberfläche Livestreams erstellen.

Für die Autorisierung der Applikation für Zugriffe auf Youtube-Konten, wurde eine Implementierung von OAuth 2.0 (siehe Kapitel 6.1) gewählt, die den Nutzer beim Erstellen eines Livestreams in einem Pop-up-Fenster auffordert, sich in sein Youtube-Konto einzuloggen und den Zugriff auf sein Konto zu erlauben. Dies ist die einzige Stelle an der eine Interaktion des Nutzers mit der Youtube-Plattform notwendig ist.

Alle weiteren Elemente in dieser Sektion (Galerie und Fortschrittsanzeige) dienen zu Erklärungszwecken des Live-Streaming-Vorgangs und zur Auskunft über die zu erledigenden Schritte für Nutzer, die ihre ersten Livestreams erstellen. Über Klicks auf die Galeriepfeile und die Fortschrittsanzeige kann zu den Erklärungen der Teilschritte des Live-Streaming-Vorgangs navigiert werden. Die Anleitung schränkt die Usability für erfahrene Nutzer nicht ein, da sie von den Live-Streaming-Funktionen in der Ebene darüber abgekoppelt ist. Damit ist das Erstellen von Livestreams für neue und erfahrene Nutzer gleichermaßen bedienerfreundlich.

## Sektion 2: Wiedergabe von Videos

Während das eingebettete Widget auf IMSLP (siehe Kapitel 6.5) nur Interpretationen für das aufgerufene IMSLP-Stück zeigt, werden in dieser Sektion (*TV Section*, siehe Abbildung 6.3) alle Interpretationen, die über die Konzertplattform aufgezeichnet oder mit IMSLP verknüpft wurden, in einer Liste angezeigt und können durch Abspielen über den *Youtube Embed Player*<sup>15</sup> miteinander verglichen werden.

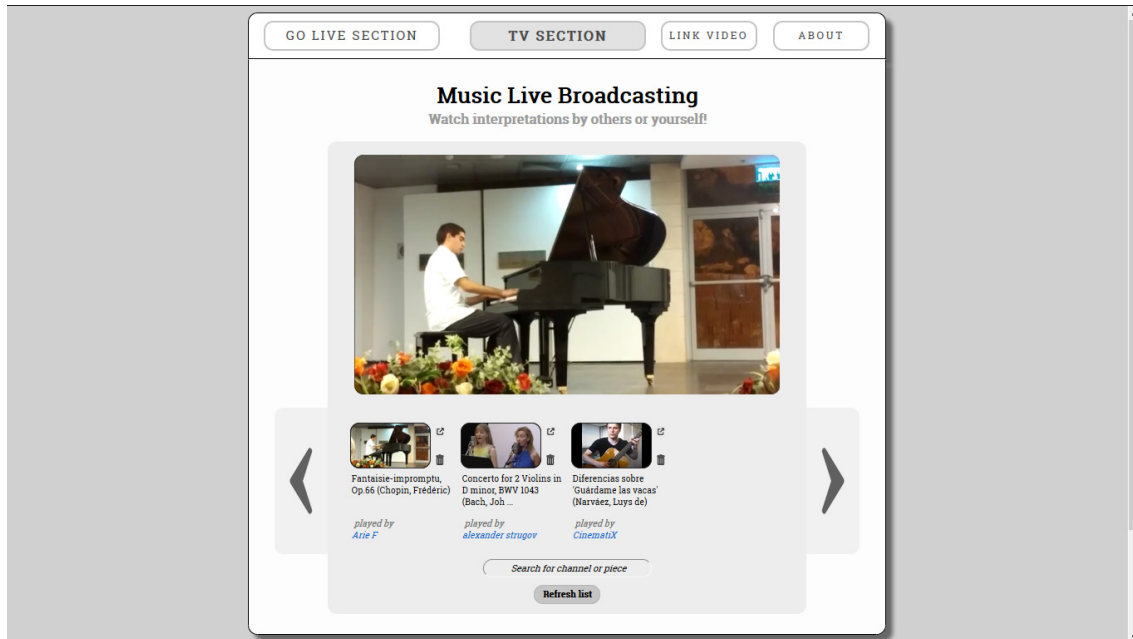


Abbildung 6.3: Die zweite Sektion (*TV Section*) zeigt alle mit IMSLP verknüpften Youtube-Videos. Diese können über den *Youtube Embed Player* abgespielt werden.

<sup>15</sup>[https://developers.google.com/youtube/player\\_parameters](https://developers.google.com/youtube/player_parameters)



### Sektion 3: Verknüpfen von Youtube-Videos mit IMSLP

In der dritten Sektion (*Link Video Section*, siehe Abbildung 6.4) können Nutzer bereits aufgezeichnete klassische Interpretationen mit IMSLP verknüpfen. Ein verknüpftes Video wird in *Sektion 2: Wiedergabe von Videos* und auf der IMSLP-Seite des Werkes angezeigt, das in dem Video interpretiert wird. Das Video kann unter Einbezug der Youtube-Plattform somit auf drei Plattformen angesehen werden, wodurch das Video und damit der Interpret des Stückes größere Zuschauerzahlen erreichen kann. Mit dem Klick auf einen Button kann in einem Dialog ein Werk aus der Petrucci-Bibliothek gewählt und dafür durch Einfügen einer URL, die auf ein Youtube-Video zeigt, eine musikalische Interpretation bereitgestellt werden.

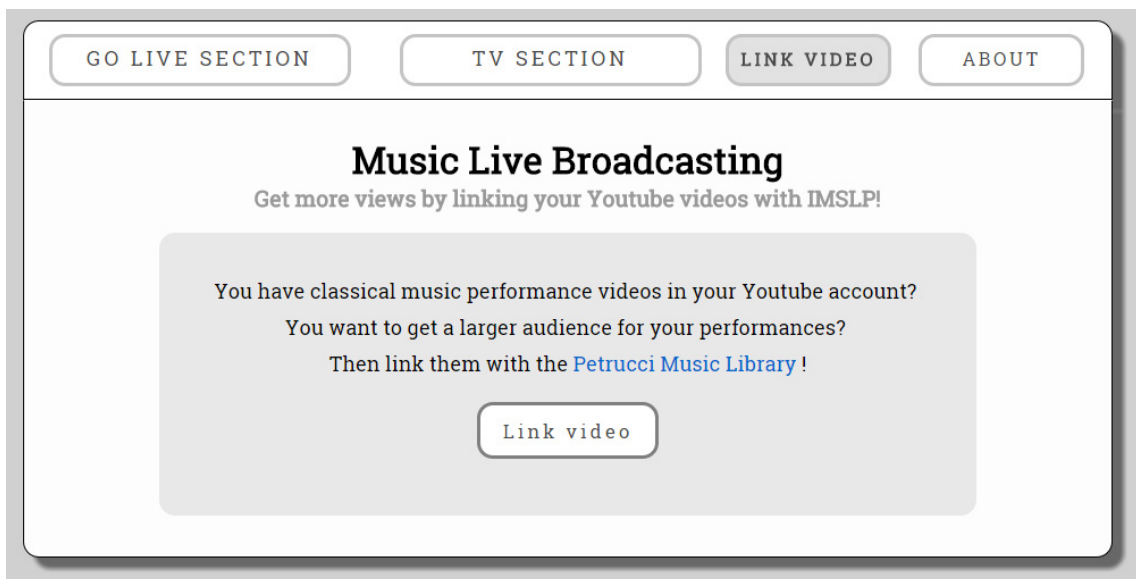


Abbildung 6.4: Sektion zum schnellen Verknüpfen von Youtube-Videos mit IMSLP



## 6.5 Einbettung der Live-Streaming-Erweiterung in IMSLP

Abbildung 6.5 zeigt die Einbettung der entwickelten Live-Streaming-Komponente in IMSLP. Das eingebettete Widget wurde als Tab unter den Musikwiedergaben des aufgerufenen musikalischen Werkes eingefügt und dient zum einen - ergänzend zu weiteren Inhalten für das Stück - zum Anschauen von Interpretationen für das Werk und zum anderen zur Nutzergewinnung für die Konzertplattform. Der Link *Learn more* und der Button *Record now* verweisen auf die Landingpage der Konzertplattform, die den Nutzer wiederum zu den Sektionen zum Erstellen von Livestreams und Verknüpfen von Videos mit IMSLP weiterleitet. Eine Liste aus Video-Thumbnails zeigt alle Interpretationen, die auf der Konzertplattform für das jeweilige Werk aus der Petrucci-Bibliothek erstellt wurden. Durch Klick auf die Video-Thumbnails wird der *Youtube Embed Player* geladen, der das zugehörige Youtube-Video abspielt. Stehen mehrere Interpretationen des Stücks zur Verfügung, können IMSLP-Nutzer die verschiedenen Interpretationen direkt miteinander vergleichen.

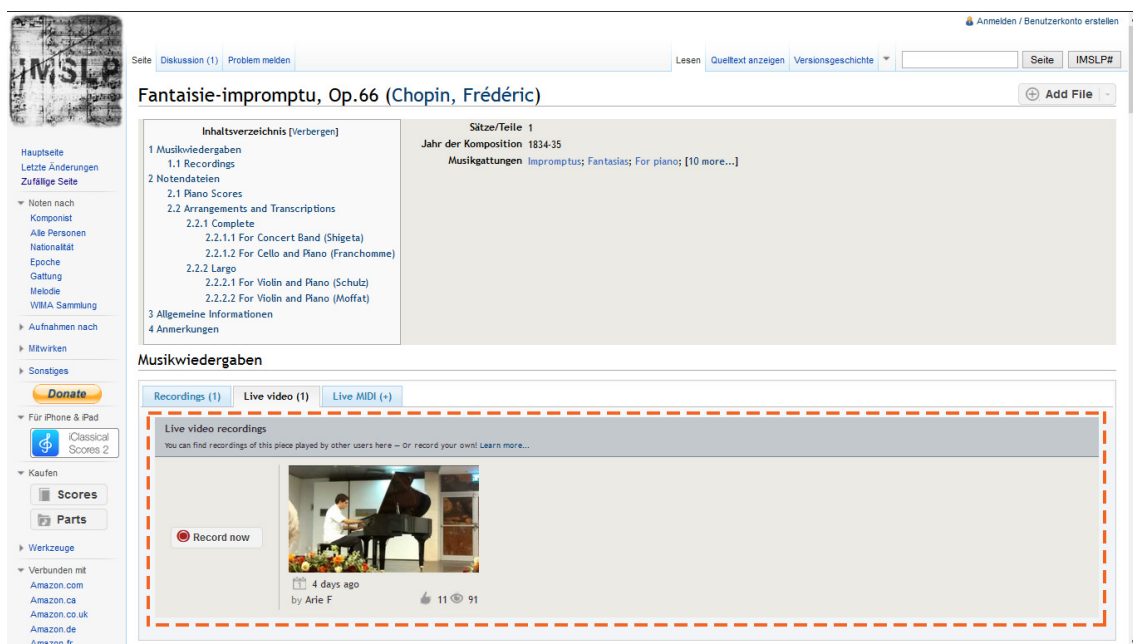


Abbildung 6.5: Einbettung der Live-Streaming-Erweiterung auf IMSLP.org. Das eingebettete Widget (orange eingerahmt) zeigt einen Listeneintrag für das Petrucci-Bibliothekswerk *Fantaisie-impromptu, Opp.66* von *Frédéric Chopin*, dessen Video mit einem Klick auf das Thumbnail abgespielt werden kann. Unter dem Thumbnail werden das Datum, an dem das Video live aufgezeichnet bzw. mit IMSLP verknüpft wurde, der Name des Youtube-Kanals sowie die Anzahl der positiven Bewertungen und der Videoaufrufe angezeigt.



## 7 Evaluation

Aus der nun vorliegenden Implementierung der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org können bereits Schlussfolgerungen darüber gezogen werden, inwieweit die Kriterien aus Kapitel 4.1 erfüllt werden konnten. Außerdem kann anhand von beobachtetem Nutzerverhalten Verbesserungspotential des entwickelten Prototyps der Live-Streaming-Erweiterung aufgedeckt werden.

### 7.1 Erfüllung der Kriterien

Ein zu erfüllendes Kriterium der Live-Streaming-Erweiterung war die Erstellung einer funktionsfähigen Webanwendung, die Nutzern erlaubt, klassische Musikeinspielungen der IMSLP-Community zu zeigen. Dazu sollten bereits aufgezeichnete Videos und neue Einspielungen als Livestreams annähernd in Echtzeit auf IMSLP zum Anschauen zur Verfügung gestellt werden können. Außerdem sollte dem Nutzer der Vorgang zum Erstellen von Livestreams in seinem Ablauf und seiner Darstellung einfach und motivierend gehalten werden.

Um diesen Kriterien zu begegnen, wurde, wie in Kapitel 4.2 beschrieben, das Videoportal Youtube als Basis des Prototyps der Live-Streaming-Komponente gewählt und wie in Kapitel 4.3 geschildert, ein allgemeiner Aufbau der Live-Streaming-Erweiterung entwickelt, nach dem eine Konzertplattform entstehen sollte auf der alle notwendigen Funktionalitäten umgesetzt werden können, ohne durch die IMSLP-Oberfläche eingeschränkt zu sein. Anhand einer Nutzerbefragung im Rahmen der Konzeptvalidierung in Kapitel 5 wurde vorab geklärt, welche Funktionen implementiert und wie diese umgesetzt werden sollten. Um eine browserkompatible Webanwendung zu garantieren und den Prototyp auf eine stabile Infrastruktur zu stellen, wurden Google-Dienste in Anspruch genommen, deren Zusammenspiel mit dem Anwendungskern in Kapitel 6.2 erläutert wurde.

Dadurch waren die Voraussetzungen gegeben, eine funktionsfähige Webanwendung zu entwickeln, die die genannten Kriterien erfüllt.

Das Videoportal Youtube stellt alle notwendigen Funktionen zum Erstellen von Livestreams und Verwalten von Videos zur Verfügung. Die Implementierung des entwickelten Prototyps nutzt diese Funktionen und vereinfacht dem Nutzer ihre Handhabung durch Steuerelemente, die eine geringstmögliche Anzahl an Klicks erlauben. Livestreams auf Youtube werden mit einer Latenz von etwa 30 Sekunden stabil übertragen und sind weltweit schnell abrufbar. Die Latenz stellt kein Problem dar, da die Übertragung somit noch annähernd in Echtzeit stattfindet und Livestreams, die über die Konzertplattform erstellt werden, in der Regel auch nach ihrer Aufzeichnung noch auf der Konzertplattform und auf IMSLP.org abgerufen werden können, sofern sich der Musiker dafür entscheidet.

Musiker werden auf der Konzertplattform beim Erstellen eines Livestreams aufgefordert, sich in ihr Youtube-Konto einzuloggen und müssen sich ansonsten nicht mit Youtube auseinandersetzen. Aufgezeichnete Livestreams und mit IMSLP verknüpfte Youtube-Videos werden auf der jeweiligen IMSLP-Seite des gespielten musikalischen Werkes angezeigt und können in einem eingebetteten Mediaplayer abgespielt werden.

Der Vorgang zum Erstellen von Livestreams wurde in vier einfache Schritte zusammengefasst und wird durch eine Anleitung in Form einer Galerie mit Text und Bildern erklärt. Dadurch ist es jedem Musiker möglich, ohne Erfahrung mit Live-Streaming und der Youtube-Plattform, Livestreams für Musikeinspielungen zu erstellen. Die Aufteilung in vier Schritte stellt den komplexen Live-Streaming-Vorgang leicht verständlich dar.

Die Anforderung, eine funktionsfähige Webanwendung zu erstellen, um Musikern die Möglichkeit zu geben, aufgezeichnete Musikeinspielungen und Livestreams einfach und annähernd in Echtzeit der IMSLP-Community zu zeigen, ist somit erfüllt.

## 7.2 Nutzerverhalten und Interpretation

Der Prototyp der Live-Streaming-Erweiterung wurde in IMSLP integriert und ist voll funktionsfähig. Um Verbesserungspotential aufzudecken wurde mithilfe von *Google Analytics*<sup>16</sup> das Nutzerverhalten beobachtet. Alle Klicks auf Steuerelemente der Konzertplattform werden als sogenannte *Events* aufgezeichnet, wodurch bestimmt werden kann, wie viele Internetnutzer die Konzertplattform besuchen und welche Funktionen wie oft genutzt werden.

### Analysedaten einer Beobachtung von Nutzern der Konzertplattform

Die Abbildungen 7.1 und 7.2 zeigen Analysedaten der Landingpage, die den Funktionsumfang der Konzertplattform erläutert und die Konzertplattform verlinkt. Aus der *Bounce Rate*, die hier den Anteil der Besucher angibt, die die Seite wieder verlassen ohne einen Klick getätigt zu haben, kann abgeleitet werden, dass etwa ein Fünftel aller Besucher entweder den *Go Live*-Button, der den Nutzer zur *Go Live Section* (siehe Kapitel 6.4) verlinkt oder den *Link Video*-Button, der auf die *Link Video Section* verweist, auf der Landingpage geklickt haben und somit auf der Konzertplattform gelandet sind. Die beiden Buttons sind die einzigen Steuerelemente, die dem Nutzer auf der Landingpage zur Verfügung stehen.

Die Klickverteilung des *Go Live*-Buttons und des *Link Video*-Buttons ist in etwa ausgeglichen wie der Abbildung 7.2 entnommen werden kann. Dies entspricht nicht den Umfrageergebnissen aus Kapitel 5, nach denen die Live-Streaming-Funktion für potentielle Nutzer der Konzertplattform weniger interessant ist als die Funktion zum Verknüpfen von Videos mit IMSLP.

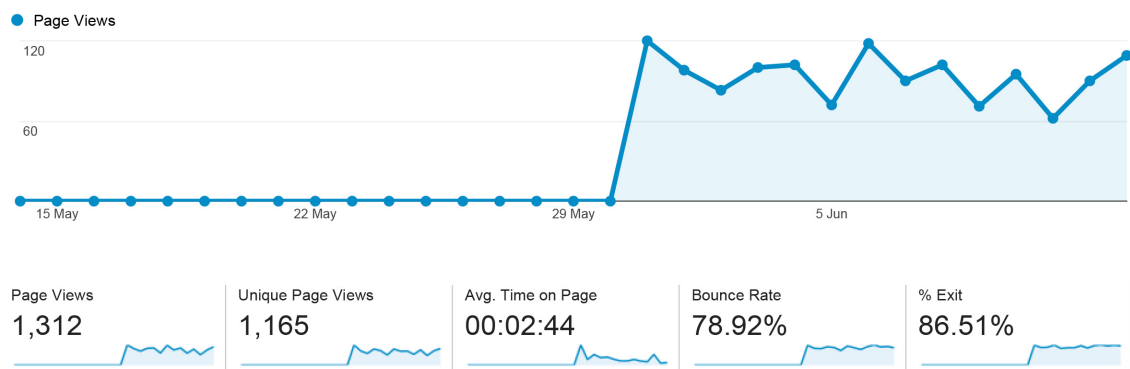


Abbildung 7.1: Analysedaten für die Landingpage

Event Action	Total Events
	215 % of Total: 96.41% (223)
1. <a href="#">goLiveButton</a>	108 (50.23%)
2. <a href="#">linkVideoButton</a>	107 (49.77%)

Abbildung 7.2: Ausgelöste *Events* auf der Landingpage

Abbildung 7.3 zeigt eine Übersicht der *Event*-Kategorien, die zur Nutzerbeobachtung definiert wurden. Die Kategorie *Sections* beinhaltet Daten über die Hauptsektionen (siehe Kapitel 6.4) der

<sup>16</sup><http://www.google.com/analytics/ce/mws/>

Benutzeroberfläche, die Informationen darüber anzeigen, wie oft welche Sektion aufgerufen wurde. In der Kategorie *Gallery* wird die Interaktion mit der Galerie, die den Vorgang zum Erstellen von Livestreams erklärt, aufgezeichnet. Die daraus resultierenden Daten geben, zusammen mit den Analysedaten aus der Kategorie *Progress Bar*, die Klicks auf die Fortschrittsanzeige aufgezeichnet (siehe Kapitel 6.4), Auskunft über die Benutzung der Anleitung zum Erstellen von Livestreams. Die Kategorie *Live streaming flow* zeigt den Fortschritt von Nutzern beim Erstellen von Livestreams und die Kategorie *Link Video* die Benutzung der Funktionen zum Verknüpfen von musikalischen Interpretationen mit IMSLP.

Event Category	Total Events
	1,220 % of Total: 100.00% (1,220)
1. <a href="#">Sections</a>	514 (42.13%)
2. <a href="#">Gallery</a>	373 (30.57%)
3. <a href="#">Live streaming flow</a>	153 (12.54%)
4. <a href="#">Progress Bar</a>	108 (8.85%)
5. <a href="#">Link video</a>	59 (4.84%)

Abbildung 7.3: Übersicht aller *Event*-Kategorien für die Konzertplattform

Anhand der Daten aus den Abbildungen 7.4 und 7.5 kann ermittelt werden, dass viele *Events* in der Galerie und in der Fortschrittsanzeige und damit bei der Benutzung der Anleitung zum Live-Streaming-Vorgang, ausgelöst wurden. Die Kategorie *Live streaming flow* mit Daten über den Fortschritt von Nutzern beim Live-Streaming-Vorgang enthält nur die Einträge *Show „Choose piece“ overlay* und *Check piece* wie der Abbildung 7.6 entnommen werden kann. Demnach haben Nutzer bisher nur den Dialog zum Wählen eines IMSLP-Werkes aufgerufen (Eintrag *Show „Choose piece“ overlay*) und teilweise überprüfen lassen, ob das eingegebene musikalische Werk in der Petrucci-Bibliothek vorhanden ist (Eintrag *Check piece*) und damit nur mit dem ersten Schritt des Live-Streaming-Vorganges begonnen. Wie bereits gezeigt wurde, haben sich etwa genauso viele Besucher der Landingpage für die *Go Live Section* wie für die *Link Video Section* entschieden. Diese quantitativen Daten entsprechen nicht den Umfrageergebnissen aus Kapitel 5, nach denen die Funktion zum Verknüpfen von Videos mit IMSLP für Nutzer interessanter ist als die Live-Streaming-Funktion. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung sind noch keine Livestreams erstellt worden, während die Funktion zum Verknüpfen von Interpretationen mit IMSLP genutzt wurde, wie der Eintrag *Video successfully linked* in Abbildung 7.7 zeigt. Bereits drei klassische Interpretationen auf Youtube wurden mit IMSLP verknüpft und können auf der Konzertplattform und auf IMSLP.org angesehen werden. Dies entspricht der qualitativen Datenerhebung aus Kapitel 5. Trotzdem lässt sich aus dem geringen Fortschritt der Nutzer beim Erstellen eines Livestreams schließen, dass der Live-Streaming-Vorgang oder seine Darstellung verbessert werden kann.

### Interpretation des Nutzerverhaltens

Das Nutzerverhalten, insbesondere die geringe Beteiligung bei der Durchführung des Live-Streaming-Vorgangs, kann folgendermaßen interpretiert werden:

Es ist anzunehmen, dass interessierte Besucher, die das erste mal die Konzertplattform betreten, nicht gleich einen Livestream erstellen wollen, da nicht immer Möglichkeiten zur Aufnahme gegeben sind, Live-Streaming wegen Lampenfieber für manche Musiker eine Hürde darstellt

Event Label	Total Events
	313 % of Total: 25.66% (1,220)
1. Click forward	149 (47.60%)
2. Click forward to element 1	44 (14.06%)
3. Click forward to element 3	19 (6.07%)
4. Click forward to element 2	16 (5.11%)
5. Click forward to element 4	15 (4.79%)
6. Click forward to element 5	13 (4.15%)
7. Click forward to element 6	12 (3.83%)
8. Click forward to element 7	10 (3.19%)
9. Click forward to element 8	9 (2.88%)
10. Click forward to element 9	8 (2.56%)

Abbildung 7.4: Ausgelöste *Events* durch Interaktion mit der Galerie

Event Label	Total Events
	108 % of Total: 8.85% (1,220)
1. Click progress bar to "ChoosePiece" element	41 (37.96%)
2. Click progress bar to "Enable livestream" element	26 (24.07%)
3. Click progress bar to "Wirecast" element	26 (24.07%)
4. Click progress bar to "live" element	15 (13.89%)

Abbildung 7.5: Ausgelöste *Events* durch Interaktion mit der Fortschrittsanzeige

Event Action	Total Events
	153 % of Total: 12.54% (1,220)
1. Show "Choose Piece" overlay	121 (79.08%)
2. checkPiece	32 (20.92%)

Abbildung 7.6: Ausgelöste *Events* beim Durchlaufen des Live-Streaming-Vorgangs

Event Action	Total Events
	59 % of Total: 4.84% (1,220)
1. checkPiece	49 (83.05%)
2. Valid url	3 (5.08%)
3. Video not linked because not accessible	3 (5.08%)
4. Video successfully linked	3 (5.08%)
5. Invalid url	1 (1.69%)

Abbildung 7.7: Ausgelöste *Events* beim Verknüpfen von Youtube-Videos mit IMSLP

und sich viele Internet-Nutzer nicht öffentlich im Internet zeigen wollen. Ein weiterer Grund für den geringen Fortschritt der Nutzer bei der Durchführung des Live-Streaming-Vorgangs kann seine Umsetzung oder Darstellung sein. Die möglicherweise größte Hürde für Nutzer, den Live-Streaming-Vorgang zu durchlaufen, ist das unvermeidbare Herunterladen und Installieren der Drittanbieter-Software *Wirecast for Youtube*. Abbildung 7.8 zeigt, dass 54 Nutzer in der Galerie den Link zum Herunterladen der Software geklickt haben, aber nur sechs Nutzer den Link zum Einschalten der Live-Streaming-Funktion im Youtube-Konto im nächsten Schritt. Dies könnte man dahingehend interpretieren, dass viele Nutzer nicht bereit sind eine zusätzliche Software zu installieren.

Event Label	Total Events
	60 % of Total: 4.92% (1,220)
1. <a href="#">Download Wirecast</a>	54 (90.00%)
2. <a href="#">Enable live streaming</a>	6 (10.00%)

Abbildung 7.8: Aufgezeichnete Klicks auf Galerielinks

### 7.3 Verbesserungsmöglichkeiten des Live-Streaming-Vorgangs

Während die Funktion zum Verlinken von Youtube-Videos mit IMSLP von Musikern erfolgreich genutzt wird, weist der Live-Streaming-Vorgang Verbesserungspotential auf. Unter Betrachtung der technischen Voraussetzungen für das Live-Streaming und der Interpretation des Nutzerverhaltens nach, stellt die notwendige Installation der Encoder Software *Wirecast for Youtube* die größte Hürde im Live-Streaming-Vorgang dar, Nutzer zum Erstellen von Livestreams zu motivieren. Eine mögliche Lösung ist die Erweiterung der Konzertplattform um einen Online-Encoder, der nicht installiert werden muss, sondern direkt auf das Mikrofon und die Webcam des Endgerätes zugreift und das empfangene Signal an die Live-Veranstaltung im Youtube-Konto sendet. So kann die Installation einer zusätzlichen Software vermieden werden, wodurch viele Teilschritte des Live-Streaming-Vorgangs eingespart werden können. Dies würde den Vorgang stark vereinfachen und mehr Nutzer könnten motiviert werden, Livestreams zu erstellen.

Um zu ermitteln, inwiefern die Umsetzung sowie Darstellung des Live-Streaming-Vorgangs Auswirkung auf die Nutzermotivation hat und welche Rolle die notwendige Installation der Drittanbieter-Software *Wirecast for Youtube* dabei spielt, müssen zukünftig noch mehr und genauere Nutzerdaten gewonnen werden. Gegebenenfalls ist dafür eine quantitative Datenermittlung, wie sie im Rahmen der Evaluation durchgeführt wurde, nicht ausreichend und eine qualitative Studie muss herangezogen um weiteres Verbesserungspotential aufzudecken.





## 8 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit untersuchte die Eignung vorhandener Konzert- und Videoplattformen für Musiker, die ein größeres Online-Publikum für eigene Interpretationen klassischer Werke erreichen möchten. Konzertplattformen mit Live-Streaming-Möglichkeit sind wegen Monetarisierungsmöglichkeiten von angebotenen Konzerten nicht für alle Zuschauer frei zugänglich und bieten überwiegend Konzerte der Populärmusik an. Online-Videoportale sind dagegen sowohl für Musiker, die (Live-)Videos eigener Interpretationen zur Verfügung stellen möchten, als auch für deren Zuschauer zugänglicher, haben aber neben Videos mit musikalischen Inhalten, ein vielfältiges Videoangebot aus allen Themenbereichen und sind damit nicht für das Streamen von klassischen Musikdarbietungen ausgelegt.

Ferner wurde ein Konzept für eine Live-Streaming-Erweiterung für die größte Online-Bibliothek freier Musiknoten IMSLP.org (Petrucci-Bibliothek) vorgestellt, mit der die Vorteile von Konzert- und Videoplattformen vereint werden können, indem Musikern eine frei zugängliche Möglichkeit geboten wird, Interpretationen klassischer Werke aufzuzeichnen und die Einspielungen der IMSLP-Community zu zeigen, um ein größeres Publikum zu erreichen.

Anhand einer Umfrage wurde das Konzept validiert und gezeigt, dass der Bedarf an einer Konzertplattform für klassische Musik mit Live-Streaming-Möglichkeit als Teil der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org besteht. Außerdem wurden im Rahmen der Konzeptvalidierung Implementierungsdetails geklärt.

Anschließend wurde die Umsetzung der Live-Streaming-Erweiterung unter Einbezug aller verwendeten Dienste, Toolkits und APIS erläutert. Die entwickelte Live-Streaming-Komponente für IMSLP.org bildet eine Anwendungsschicht über dem Videoportal Youtube, das für die schnelle und stabile Übertragung aller Livestreams und Videos als Basis der entwickelten Webanwendung verwendet wurde. Auf einer Konzertplattform können Musiker Livestreams für Werke aus der Petrucci-Bibliothek erstellen und bereits aufgezeichnete und auf Youtube bereitgestellte Videos mit Interpretationen musikalischer Werke mit IMSLP verknüpfen. Die Livestreams und verknüpften Videos können auf der Konzertplattform, auf IMSLP und wahlweise auf Youtube angesehen werden. Während der Vorgang zum Erstellen von Livestreams neuen Nutzern im Detail erklärt und motivierend dargestellt wird, können erfahrene Plattformbenutzer mit wenigen Klicks Livestreams erstellen. Eine Landingpage dient zur Gewinnung sowie Motivation von Nutzern und informiert diese über den Funktionsumfang der Konzertplattform.

Anhand einer Evaluation wurde die Funktionstüchtigkeit der Live-Streaming-Erweiterung bestimmt und Verbesserungspotential aufgedeckt, um zukünftig mit Anpassungen mehr Nutzer motivieren zu können, musikalische Interpretationen bereitzustellen. Während zum Zeitpunkt der Datenerhebung die Funktion zum Verknüpfen von bereits aufgezeichneten Interpretationen mit IMSLP genutzt wurde, war der Fortschritt der Nutzer bei der Durchführung des Live-Streaming-Vorgangs gering. Das größte Potential zur Verbesserung des Live-Streaming-Vorgangs steckt möglicherweise in der Ersetzung der Drittanbieter-Software *Wirecast for Youtube*, die zum Erstellen von Livestreams mit Youtube benötigt wird, durch einen eigenentwickelten Online-Encoder. Mit dieser Lösung könnte der Live-Streaming-Vorgang dem Nutzer deutlich einfacher gestaltet werden.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung der Konzertplattform soll anhand von weiteren, qualitativen Analysedaten noch mehr Verbesserungspotential aufgedeckt und die Implementierung verbessert werden, um noch mehr Nutzer zu erreichen und zum Erstellen von Livestreams sowie zum Verknüpfen von Youtube-Videos mit IMSLP zu aktivieren. Mit dem Ziel auf der Konzertplattform und auf IMSLP.org eine große Sammlung von Livestreams und Videos anzubieten, kann mit der Live-Streaming-Erweiterung für IMSLP.org erstmalig ein großes und übersichtliches Angebot an aufgezeichneten Interpretationen rein klassischer Musik von professionellen Musikern und Hobbymusikern zur Verfügung gestellt werden, da die Konzertplattform nicht

wie z.B. Youtube für alle Videoinhalte, sondern für musikalische Interpretationen klassischer Musik ausgelegt ist. Die Live-Streaming-Erweiterung kann zukünftig als fester Bestandteil der Petrucci-Bibliothek dazu dienen, die angebotenen Inhalte auf den IMSLP-Seiten für klassische Werke mit musikalischen Interpretationen zu ergänzen und damit einen Beitrag dazu leisten, das allgemeine Online-Informationsangebot über klassische Musikstücke zu vervollständigen.

## A Umfrageergebnisse für die Konzeptvalidierung

37



## **Inhalt der beigelegten CD**

1. Elektronische Version der Arbeit im PDF-Format
2. Elektronische Version der Arbeit im Originalformat (LaTeX)
3. Kopie aller Web-Referenzen
4. Quellcode der entwickelten Webanwendung



## Literatur

- [1] B. Li, Z. Wang, J. Liu, W. Zhu: Two Decades of Internet Video Streaming: A Retrospective View. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* 9, 1s, Article 33 (October 2013), 20 pages, 2001
- [2] T. P. B. Smith, M. Obrist, P. Wright: Live-Streaming Changes the (Video) Game. *Proceedings of the 11th european conference on Interactive TV and video.* ACM, 2013
- [3] J. C. Nunes, X. Drèze: The Endowed Progress Effect: How Artificial Advancement Increases Effort. *Journal of Consumer Research*, Vol. 32, No. 4 (March 2006), pp. 504-512
- [4] B. Zeigarnik: On Finished and Unfinished Tasks. *Psychologische Forschung*, 9 (1), 1-85, 1927
- [5] F. Conrad, M. Couper, R. Tourangeau, A. Peytchev: Effectiveness of progress indicators in web surveys: First impressions matter. *Proceedings of CHI (Computer Human Interaction) Portland: OR*, 2005
- [6] S. D. Crawford, M. P. Couper, M. J. Lamias: Web Surveys Perceptions of Burden. *Social Science Computer Review*, 19, 146-162, 2001
- [7] T. Yan, F. G. Conrad, R. Tourangeau, M. P. Couper: Should I Stay or Should I go: The Effects of Progress Feedback, Promised Task Duration, and Length of Questionnaire on Completing Web Surveys. *International Journal of Public Opinion Research* Vol. 23 No. 2, 2010





## Web-Referenzen

- [8] N. Guillaume: Jump from the Stratosphere: The „Felix effect“ on the web | Cedexis - Real time data for real time decisions  
<http://www.cedexis.com/blog/jump-from-the-stratosphere-the-felix-effect-on-the-web>, aufgerufen am 1. April, 2015.
- [9] T. Katz: Mission complete: Red Bull Stratos lands safely back on Earth  
<http://youtube-global.blogspot.de/2012/10/mission-complete-red-bull-stratos-lands.html>, aufgerufen am 1. April, 2015.
- [10] L. Gannes: The Obama Inauguration Live Stream Stats  
<https://gigaom.com/2009/01/20/the-obama-inauguration-live-stream-stats/>, aufgerufen am 1. April, 2015.
- [11] IMSLP / Petrucci Music Library: Free Public Domain Sheet Music  
<http://imslp.org/>, aufgerufen am 24. April, 2015.
- [12] IMSLP: FAQ - IMSLP  
<http://imslp.org/wiki/IMSLP:FAQ>, aufgerufen am 24. April, 2015.
- [13] Real-Time Messaging Protocol (RTMP) specification | Adobe Developer Connection  
<http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html>, aufgerufen am 3. April, 2015.
- [14] J. Ozer: What is Streaming? A high-level view of streaming media technology, history, and the online video market landscape  
<http://www.streamingmedia.com/Articles/ReadArticle.aspx?ArticleID=74052>, aufgerufen am 1. April, 2015.
- [15] T. Siglin: What is a Content Delivery Network (CDN)? A definition and history of the content delivery network, as well as a look at the current CDN market landscape  
<http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-is-a-Content-Delivery-Network-%28CDN%29-74458.aspx>, aufgerufen am 2. April, 2015.
- [16] J. Roettgers: Don't touch that dial: How YouTube is bringing adaptive streaming to mobile, TVs - Gigaom  
<https://gigaom.com/2013/03/13/youtube-adaptive-streaming-mobile-tv>, aufgerufen am 3. April, 2015.
- [17] Google+ Growth  
<http://plus.miernicki.com/>, aufgerufen am 2. April, 2015.
- [18] Media Encoder, Video aufnehmen, Audio aufnehmen | Adobe Flash Media Live Encoder  
<http://www.adobe.com/de/products/flash-media-encoder.html>, aufgerufen am 20. April, 2015.
- [19] API Reference - YouTube - Google Developers  
<https://developers.google.com/youtube/v3/docs/>, aufgerufen am 21. April, 2015.
- [20] API Reference - YouTube - Google Developers  
<https://developers.google.com/youtube/v3/live/docs/>, aufgerufen am 21. April, 2015.

- [21] OAuth 2.0 - OAuth  
<http://oauth.net/2/>, accessed April 11, 2015.
- [22] Google App Engine: Platform as a Service - App Engine - Google Cloud Platform  
<https://cloud.google.com/appengine/docs>, aufgerufen am 11. April, 2015.
- [23] GWT Project  
<http://www.gwtproject.org/overview.html>, aufgerufen am 11. April, 2015.