

Memorandum

Memorandum zur Durchführung und Dokumentation von Audio-Produktionen für wissenschaftliche Anwendungen in der Akustik

Inhalt

1	Vorbemerkungen.....	2
2	Aufnahmeraum und Aufnahmebedingungen	3
2.1	Raumgeometrie.....	3
2.2	Mikrofonpositionen.....	3
2.3	Akustik des Aufnahmeraumes.....	4
2.4	Aufnahmesysteme.....	4
3	Audio-Inhalte.....	5
4	Nutzungsrechte	5
5	Veröffentlichung.....	6
6	Literatur	7
7	Anhang I - Dokumentenverweis: Muster-Lizenzvertrag über die Rechte an Audioproduktionen für die Anwendung in der Akustik.....	8
8	Anhang II - Dokumentenverweis: Prüfliste für die Dokumentation von Audioproduktionen für wissenschaftliche Anwendungen in der Akustik	8
9	Anhang III - Dokumentenverweis: Exemplarische Dokumentation einer Audioproduktion.....	8

1 Vorbemerkungen

Bei der Veröffentlichung von Audioaufnahmen für künstlerische oder kulturelle Anwendungen besteht in der Regel keine Notwendigkeit, eine umfassende Dokumentation der Aufnahmebedingungen mit zu veröffentlichen.

Im Gegensatz dazu sind die Anforderungen an die Dokumentation weitreichender, wenn künstlerisch gestaltete Audioaufnahmen mit Inhalten wie Musik und Sprache für wissenschaftliche Anwendungen veröffentlicht werden. Zu den Anwendungen zählt etwa der Einsatz des Audiomaterials für Stimuli in Hörversuchen, als Quellsignale zur Anregung von Systemen in der Elektroakustik oder virtuellen Akustik, oder etwa als Demonstrationsmaterial für Machbarkeitsnachweise der Forschung und Entwicklung.

Die Tatsache, dass auch Aufnahmen, die in einem wissenschaftlichen Kontext entstanden sind, in der Vergangenheit häufig nur unzureichend, oder nur für eine unmittelbar avisierte Verwendung und den eigenen Gebrauch dokumentiert wurden, hat dazu geführt, dass sich zahlreiche dieser Produktionen als ungeeignet für eine spätere Verwendung erwiesen haben. Ohne eine geeignete Dokumentation ist es in weiterer Folge auch nicht möglich, existierende Produktionen durch neue Aufnahmen unter gleichen Aufnahmebedingungen zu ergänzen.

Beispiele sind

- Aufnahmen musikalischer Instrumente ohne Dokumentation des absoluten Schallpegels und der Mikrofonpositionen, die für die Synthese einer akustischen Szene in der virtuellen Akustik daher kaum verwendbar sind,
- Aufnahmen von Musik- oder Sprachsignalen für Anwendungen im Music Information Retrieval, bei denen der Einfluss unterschiedlicher Mikrofone und unterschiedlicher räumlicher Anteile auf das Ergebnis der Analyse (Audio Features, Klassifikation) ohne Dokumentation der Aufnahmebedingungen nicht eingeschätzt werden kann,
- Aufnahmen, deren Verwendbarkeit nur bei ausreichendem Signal-Rauschabstand sichergestellt ist.

Die beschriebenen wissenschaftlichen Anwendungsfälle stellen Anforderungen an die Dokumentation und Nachvollziehbarkeit, die insbesondere die Durchführung der Aufnahme betreffen, die vorhandenen Aufnahmebedingungen, die eingesetzten Aufnahmesysteme und Nachbereitungsschritte. Nicht zuletzt gilt es aber auch, die rechtlichen Aspekte für die spätere Nutzung von Audioinhalten mit künstlerischen Inhalten zu klären und zu dokumentieren. Für die wissenschaftliche Nutzung gilt freie Nutzbarkeit, offener Zugang und eindeutige Wiederauffindbarkeit als erstrebenswert [1].

Das vorliegende Memorandum der Fachausschüsse Virtuelle Akustik, Musikalische Akustik und Hörakustik soll einen Beitrag zur besseren (Wieder-)Verwertbarkeit von Audioproduktionen für

wissenschaftliche Anwendungen leisten. Es enthält Leitlinien für die Dokumentation des Produktionsprozesses, es zeigt verschiedene Optionen für eine Regelung der Nutzungsrechte im wissenschaftlichen Kontext auf und gibt Empfehlungen für die elektronische Publikation, um den dauerhaften Zugang und die Referenzierbarkeit der Daten zu gewährleisten.

2 Aufnahmeraum und Aufnahmebedingungen

Der Raum bestimmt entscheidend mit, was auf einer Tonaufnahme zu hören ist. Außerhalb des Hallradius, der in typischen Aufnahmestudios ($V = 500 \text{ m}^3$, $T = 1 \text{ s}$) für omnidirektionale Quellen nur ca. 1,3 m beträgt, überwiegt die Energie der Schallreflexionen den Direktschall der Quelle. Der Raum beeinflusst das aufgenommene Signal durch Kammfiltereffekte, die durch nahegelegene Wand- und Bodenreflexionen hervorgerufen werden können [2], durch die räumliche Wirkung früher Reflexionen etwa auf die wahrgenommene Quellbreite [3], durch den diffusen Nachhall sowie durch Hintergrundgeräusche, die im Raum selbst entstehen (Lüftungsgeräusche, elektrische Geräte) oder gegen die der Raum bauakustisch nur ungenügend abgeschirmt ist.

Eine Dokumentation der Aufnahmebedingungen muss zur Nachvollziehbarkeit Informationen über den Raum und seine akustischen Eigenschaften, über die räumliche Konfiguration von Schallquellen und Aufnahmesystemen, sowie über das Hintergrundgeräusch im Schallfeld enthalten.

2.1 Raumgeometrie

Die Dokumentation jeder Aufnahme soll enthalten:

- eine Angabe der Abmessungen des Raums (Länge/Breite/Höhe, Volumen).
- eine Skizze des Raums (Grundriss, nach Möglichkeit ein 3D-Modell, z.B. als Sketchup (.skp) oder Blender (.obj)-Datei), mit Angabe der Positionen von Schallquellen und Aufnahmesystemen (s. u.).
- eine Angabe der Materialien für die flächenmäßig dominierenden Oberflächen (Boden, Decke).

2.2 Mikrofonpositionen

Die Dokumentation soll vor allem eine geometrische Skizze der Aufnahmesituation enthalten, darunter insbesondere

- die Position und Ausrichtung der Mikrofone,
- die Abstände zur Schallquelle,
- die Abstände zu Wänden, Boden, Decke,
- eine Fotodokumentation der Aufnahme.

Sollte für den Aufnahmeraum ein 3D-Modell erstellt worden sein, kann die Position der Schallquellen und der Mikrofone dort eingezeichnet werden.

2.3 Akustik des Aufnahmeraumes

Anzugeben sind:

- raumakustische Parameter des Aufnahmeraums, zumindest eine frequenzabhängige Nachhallzeit in Oktavbändern mit Angabe von Messverfahren und Messequipment.
- der akustische Ruhegeräuschpegel am Ort der Aufnahmемikrofone über mindestens 10 s Mittelungsdauer mit einem kalibrierten Schallpegelmesser in dB(A) (unter Angabe des Messequipments).

Falls bekannt, sollten Bündelungsgrade der jeweiligen Quellen und Mikrofone vorzugsweise in Oktavbändern angegeben werden.

Der elektronischen Publikation beizufügen ist die Aufnahme einer Raumimpulsantwort mit Angabe von Sender- und Empfängerposition im Raum, der Angabe von Anregungsquelle (Messlautsprecher), Anregungssignal sowie Messmikrofon (Typ/Bezeichnung/Modellnummer, Membrangröße).

2.4 Aufnahmesysteme

Anzugeben sind:

- die verwendeten Aufnahmемikrofone mit Typ, Bezeichnung, einer Kopie des Datenblatts mit Richtcharakteristik, Frequenzgang, äquivalentes Eigenrauschen, Übertragungsfaktor in mV/Pa.
- die verwendete elektronische Übertragungstechnik (Vorverstärker, A/D-Wandler, Audio-Interface).
- die verwendete Vorverstärkung (unter Berücksichtigung evtl. Dämpfungsglieder).
- nach Möglichkeit der effektive Vorverstärkungsfaktor durch Messung mit einem (z. B. phantomgespeisten) Oszillator mit definierter Spannung.

Der elektronischen Publikation beizufügen sind:

- eine Aufnahme der Schallquelle von etwa 10 s Dauer, die jeweils parallel mit dem für die Produktion verwendeten Aufnahmемikrofonen und einem unmittelbar benachbarten, kalibrierten Messmikrofon durchgeführt wird, und mit der die im Anschluss durchgeführte Produktion auf einen absoluten Schalldruck in dB(A) normiert werden kann (mit Angabe des Messequipments).
- eine Aufnahme des gesamten, akustisch und elektroakustisch erzeugten Rauschpegels durch eine Aufnahme des Hintergrundgeräuschs (ohne Schallquelle) von mind. 10 s Dauer mit allen

verwendeten Aufnahmemikrofonen an den für die Aufnahme verwendeten Aufnahme-
positionen und den für die Aufnahmen verwendeten Einstellungen im Hinblick auf Verstär-
kung, Audio-Effekte etc.

- eine Dokumentation des akustischen Übersprechens zwischen den Mikrofonen bei verteilten Ensembles durch die Aufnahme von Kurzsequenzen jedes einzelnen Instruments mit allen verwendeten Mikrofonen an ihren jeweiligen Positionen.

3 Audio-Inhalte

Anzugeben sind:

- die aufgenommenen Audioinhalte. Bei Sprache ist der Dokumentation eine Kopie des gesprochenen Texts, bei Musik eine Kopie des gespielten Notentexts beizufügen. Sollte dies aus urheberrechtlichen Gründen nicht möglich oder bei großem Umfang des eingespielten bzw. gesprochenen Materials unverhältnismäßig erscheinen, genügt ein Verweis auf die (öffentlich zugängliche) Quelle, die es dem späteren Nutzer ermöglicht, auf den Text zuzugreifen.
- Instruktionen bzw. Regieanweisungen für die Spiel- und Sprechweise bei der Aufnahme.
- die Namen der aufgenommenen SprecherInnen, MusikerInnen, der aufgenommenen Ensembles.
- die verwendeten Klangquellen, z. B. der musikalischen Instrumente mit Typ, Hersteller, Stimmtonhöhe, evtl. instrumentenspezifischen Besonderheiten wie Saitenmaterial, historische Bauweise u. ä.
- die Dauer der einzelnen Aufnahmen.
- das Audio-Format mit Angabe von Abtastrate, Wortbreite, verwendetem Codec, verwendetem Dateiformat. Die Aufnahme, Verarbeitung und Archivierung soll mit einem Datenformat ohne perzeptive Kompression (.flac, .wav) erfolgen.
- die Spitzenpegel der einzelnen Aufnahmen in dBFS.

Die Informationen können in einem Vorspann für alle Aufnahmen einer Reihe oder für jede Aufnahme individuell angegeben werden.

4 Nutzungsrechte

Es soll angestrebt werden, aufgenommene und ggf. bearbeitete Audiosignale für die Allgemeinheit frei nutzbar zu machen. Es ist hier das Urheberrecht zu beachten, welches je nach Land verschieden gestaltet ist. In Deutschland ist das Urheberrecht nicht verzichtbar und kann nicht übertragen werden. Ein etablierter Weg, eine Freigabe an die Allgemeinheit zu signalisieren, ist die Verknüpfung mit einem Lizenzierungslogo von „Creative Commons“ mit der Stufe „Null“:



Abbildung: Logo "CC Null"

Hierzu ist eine Erläuterung unter dem Link [4] zu finden, welcher beinhaltet:

„Die Person, die ein Werk mit dieser Deed verknüpft hat, hat dieses Werk in die Gemeinfreiheit - auch genannt Public Domain - entlassen, indem sie weltweit auf alle urheberrechtlichen und verwandten Schutzrechte verzichtet hat, soweit das gesetzlich möglich ist. ... Sie dürfen das Werk kopieren, verändern, verbreiten und aufführen, sogar zu kommerziellen Zwecken, ohne um weitere Erlaubnis bitten zu müssen.“

International muss eine Sprachregelung gefunden werden, die auf die unterschiedliche Handhabung des Copyrights in verschiedenen Ländern eingeht. Diese verbindliche internationale Beschreibung ist unter [5] formuliert.

Für die DEGA ist im Vorfeld des vorliegenden Memorandums ein auf die Bedürfnisse der wissenschaftlichen Gemeinschaft zugeschnittener Lizenzvertrag verfasst worden (Anhang I), um die Nutzungsrechte möglichst klar zu regeln. Dieser Mustervertrag beinhaltet folgende Passage:

„Die Künstlerin oder der Künstler überträgt dem Auftraggeber das ausschließliche Recht zur Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung oder sonstiger Verwendung der jeweiligen Tonaufnahmen. Die Künstlerin oder der Künstler räumt also dem Auftraggeber, soweit der Auftraggeber nicht ohnehin schon als Hersteller der jeweiligen Ergebnisse anzusehen ist, ein ausschließliches, zeitlich, örtlich und inhaltlich unbeschränktes Recht ein, die jeweiligen Tonaufnahmen in allen Nutzungsarten beliebig zu nutzen.“

Auftraggeberin kann die Deutsche Gesellschaft für Akustik sein.

Damit ein solcher Vertrag nicht im Nachhinein anfechtbar ist, ist es wichtig, dass für das Erstellen der Aufnahmen (Einspielen, Einsprechen usw.) ein angemessenes Honorar gezahlt wird. Damit wird ein sittenwidriges Ausnutzen künstlerischer Leistungen ausgeschlossen.

Bei der Veröffentlichung von Audiodaten z. B. über eine Webseite sollte immer auf die geltenden lizenzrechtlichen Aspekte hingewiesen werden.

5 Veröffentlichung

Im Sinne der eindeutigen Wiederauffindbarkeit, Referenzierbarkeit, und dauerhaften Zugänglichkeit von Audioproduktionen sollten diese in einem Forschungsdatenrepositorium gespeichert werden, das eine Langzeitarchivierung verschiedener Datenformate (Audio, Bild, Text etc.) mit hoher

Datensicherheit gewährleistet. Durch die Vergabe eines Persistent Identifier – meist handelt es sich um einen Digital Object Identifier (DOI) – wird die eindeutige Identifikation, die Referenzierung, der elektronische Zugang zu den Daten, sowie die Anbindung an wissenschaftliche Suchmaschinen durch Metadaten ermöglicht, um die Auffindbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Zahlreiche Universitäten verfügen über eigene institutionelle Repositorien. Als institutionen- und disziplinübergreifende Repositorien eignet sich derzeit etwa der von der Europäischen Kommission finanzierte Dienst Zenodo [6]. Im Rahmen des OPERA-Projekts entsteht derzeit ein Datenrepositorium für die Akustik, das disziplinspezifisch erweiterte Metadaten und Zugriffsmöglichkeiten bietet, etwa das Vorhören von Audiodaten [7].

6 Literatur

- [1] Leckschat, D., Epe, C., Spors, S., Weinzierl, S., Zotter, F. (und Mitwirkende: Seeber, B., Kob, M.) (2017). „DEGA-Projekt ‚Aufbau einer Stimulus-Datenbank für Anwendungen in der Virtuellen Akustik‘“, in: *Fortschritte der Akustik - DAGA 2017* (Kiel), 229-213.
- [2] Brunner, S., Maempel, H.-J., Weinzierl, S. (2007). „On the audibility of comb filter distortions“, in: *122nd AES Convention*, Vienna, Austria, Paper 7047.
- [3] Barron, M., Marshall, A.H. (1981). “Spatial impression due to early lateral reflections in concert halls: The derivation of a physical measure”, *Journal of Sound and Vibration* 77(2), 211-232.
- [4] <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de>
- [5] <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode>
- [6] Zenodo Repository, URL: <https://zenodo.org>
- [7] Weinzierl, S., Kern, H. (2017). „An Open Repository for Research Data in Acoustics (OPERA)“, in: *Fortschritte der Akustik - DAGA 2017* (Kiel), 226-228.
- [8] Leckschat, D., Kreuer, O., Reinhard, R., Projektdokumentation Orgel-Aufnahme 2017 (Ursprungsfassung); Bearbeitung für Musterdokumentation: Epe, C., Hochschule Düsseldorf 2017

7 Anhang I - Dokumentenverweis: Muster-Lizenzvertrag über die Rechte an Audioproduktionen für die Anwendung in der Akustik

[siehe folgende Seiten](#)

8 Anhang II - Dokumentenverweis: Prüfliste für die Dokumentation von Audioproduktionen für wissenschaftliche Anwendungen in der Akustik

[siehe folgende Seiten](#)

9 Anhang III - Dokumentenverweis: Exemplarische Dokumentation einer Audioproduktion

[siehe folgende Seiten und \[8\]](#)

zwischen

Herr/Frau -----

(Name, Adresse, Mailadresse, Geburtsdatum, Telefon)

- Im Folgenden „Künstler“ -

und dem

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)

Alte Jakobstraße 88

10179 Berlin

- Im Folgenden „Auftraggeber“ - .

Präambel

Der Auftraggeber ist ein gemeinnütziger wissenschaftlicher Verein, der sich zum Ziel gesetzt hat, der Akustik als solcher zu dienen. Er bringt seine Mitglieder und alle an der Akustik Interessierten einander näher und fördert den Erfahrungsaustausch inländischer und auch ausländischer Kolleginnen und Kollegen.

Hierzu wird aktuell ein Projekt durchgeführt, das sich die Entwicklung neuer, räumlicher Audioformate, die eine verbesserte räumliche Wiedergabe und damit ein intensiveres Hörerlebnis ermöglichen, für Wissenschaft und Forschung zur Aufgabe gemacht hat.

Idee des Projekts ist die Verfügbarkeit einer Sammlung von akustischen Stimuli in einer Datenbankstruktur für die gemeinfreie Nutzung zu wissenschaftlichen Zwecken zu schaffen.

Hierfür werden zur Evaluierung der neuen Techniken hochwertige Tonaufnahmen aus den Bereichen Musik, Sprache, Geräusche und weitere Testsignale benötigt, bei denen der jeweilige Künstler mitwirken soll. Innerhalb dieses Projekts werden entsprechende Tonaufnahmen erstellt und umfassend dokumentiert.

Die Vertragsparteien sind sich darüber einig, dass dem Auftraggeber jede bekannte Vervielfältigungs- und Verwertungsmöglichkeit eingeräumt werden soll. Dies gilt insbesondere für die Verwertung der Aufnahmen im Internet oder in einem anderen Medium (Film, Fernsehen, CD-ROM, etc.), und auch für während der Tonaufnahmen angefertigte Bild- oder Videoaufnahmen (z.B. für ein Making-of).

Ziel des Gesamtprojektes ist im Ergebnis die Schaffung einer gemeinfreien Sammlung von Audioformaten zur Fortentwicklung von Forschung und Wissenschaft für jedermann.

§ 1 Vertragsgegenstand / Lizenz

Vertragsgegenstand ist der jeweilige Beitrag des Künstlers für eine im Vorfeld besprochene Tonaufnahme von

- ☐ Instrumental-Passagen
- ☐ gesprochenen Texten
- ☐ gesungenen Passagen
- ☐ sonstigen Geräuschen
- ☐

Die Aufnahmen erfolgen nach Wunsch bzw. auf Anweisung des Auftraggebers. Die hier getroffenen Regelungen gelten auch für (einzelne) kompositorische Ansätze des Künstlers in der akustischen Darbietung.

Der Künstler erklärt, dass er zur uneingeschränkten Rechtsübertragung berechtigt ist. Der Künstler überträgt dem Auftraggeber das ausschließliche Recht zur Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung oder sonstiger Verwendung der jeweiligen Tonaufnahmen.

Der Künstler räumt also dem Auftraggeber, soweit der Auftraggeber nicht ohnehin schon als Hersteller der jeweiligen Ergebnisse anzusehen ist, ein ausschließliches, zeitlich, örtlich und inhaltlich unbeschränktes Recht ein, die jeweiligen Tonaufnahmen in allen Nutzungsarten beliebig zu nutzen.

Dem Auftraggeber wird ausdrücklich gestattet, Unterlizenzen zu erteilen sowie das ihm eingeräumte Recht auf Dritte zu übertragen. Insbesondere ist dem Auftraggeber ausdrücklich gestattet, das Werk oder Teile davon gemeinfrei zu stellen, d.h. jedermann zur weiteren freien Verwendung zur Verfügung oder nach eigenem Ermessen unter andere Nutzungsformen wie etwa eine Creative Common Lizenz zu stellen. Eine Zustimmung des Künstlers ist hierfür nicht erforderlich. Die Rechtseinräumung umfasst auch unbekannte Nutzungsarten.

§ 2 Honorar

Für die durch diesen Vertrag eingeräumten Nutzungsrechte zahlt der Auftraggeber einen einmaligen Betrag von ____ EUR. Dieser Betrag ist innerhalb von 2 Wochen nach Unterzeichnung dieser Vereinbarung fällig. Weitere Vergütungen erhält der Künstler für seinen Beitrag zukünftig weder vom Auftraggeber noch von Dritter Seite.

Sofern der Künstler mehrwertsteuerpflichtig ist, wird die gesetzliche Mehrwertsteuer zusätzlich auf das Honorar gezahlt.

§ 3 Urheberbenennung

Der Künstler ist damit einverstanden, dass der Auftraggeber ausdrücklich nicht verpflichtet ist, bei jeder Vervielfältigung oder Verbreitung des Werkes an geeigneter Stelle den Künstler als Urheber auszuweisen und Dritten ebenfalls eine entsprechende Verpflichtung aufzuerlegen. Vielmehr steht eine Namensnennung des Künstlers im Ermessen des Auftraggebers.

§ 4 Bearbeitung

Eine weitere Bearbeitung bedarf zu keinem Zeitpunkt der Zustimmung des Künstlers. Auch Umgestaltungen durch z.B. Sampling, Loops, Dynamikbearbeitung etc. sind ohne weiteres möglich. Alle Ansprüche des Künstlers sind mit der hier vereinbarten Honorarzahlung abgegolten.

§ 5 Schlussbestimmungen

Änderungen und Ergänzungen dieses Vertrages sowie etwaige Nebenabreden zu diesem Vertrag bedürfen zu ihrer Wirksamkeit der Schriftform. Sie sind als solche zu bezeichnen. Die Schriftform ist auch für eine Änderung dieser Klausel bzw. für einen Verzicht der Parteien auf die Schriftform zu wahren. Mündliche Abreden außerhalb dieses Vertrages sind unwirksam.

Auf diese Vereinbarung findet ausschließlich das Recht der Bundesrepublik Deutschland Anwendung. Leistungs- und Erfüllungsort ist Berlin. Gerichtsstand für sämtliche Streitigkeiten, die sich aus oder im Zusammenhang mit diesem Vertrag ergeben, einschließlich solcher aufgrund oder in Ausführung dieses Vertrages eingegangener Verpflichtungen, ist soweit zulässig Berlin.

Sollte eine der Bestimmungen dieses Vertrages aus irgendeinem Grund rechtsunwirksam oder undurchführbar sein oder werden oder sollte diese Vereinbarung eine Lücke aufweisen, so soll die Wirksamkeit der übrigen Bestimmungen hiervon nicht berührt werden. Anstelle der unwirksamen und undurchführbaren Bestimmungen oder in Ausfüllung der Lücke soll eine angemessene Regelung gelten, die im Rahmen des rechtlich zulässigen dem am nächsten kommt, was die Vertragspartner gewollt haben oder gewollt haben würden.

Datum, Ort

Datum, Ort

(Künstler)

(Auftraggeber)

Anhang II

Prüfliste für die Dokumentation von Audioproduktionen für wissenschaftliche Anwendungen in der Akustik

Datenbank-Attribute:

Solo/Ensemble

Instrument

Jahr der Aufnahme

Raum-Volumen

Raum-Höhe

Raum-Länge

Raum-Breite

Nachhallzeit

Impulsantwort vorhanden (Ja/Nein)

Ruhepegel

Kalibriert (Ja/Nein)

Verwendete Mikrofone

Abtastrate

Bittiefe

Art des Materials:

- Melodie (Ja/Nein)
- Einzeltöne (Ja/Nein)
- Tonleiter (Ja/Nein)
- Akkorde (Ja/Nein)
- Komposition (Ja/Nein)

Notenmaterial vorhanden (Ja/Nein)

Bilder (Ja/Nein)

Video (Ja/Nein)

Beispielmischung vorhanden (Ja/Nein)

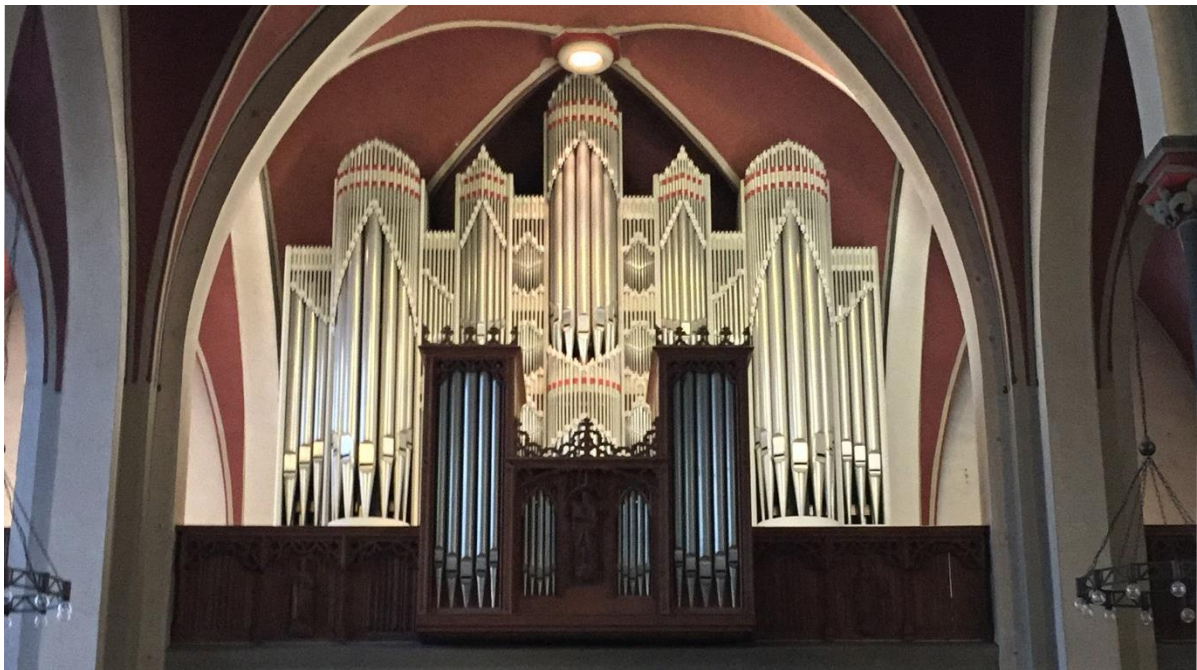
Preview-Material (ja/nein/Fotos/Video/Ton)

Sonstiges/Kommentar

Muster

*Projektdokumentation zur
„Anfertigung von Audiomaterial für die DEGA-Sounddatenbank“*

am Beispiel „Orgelaufnahmen“



Max Mustermann

Beispielproduktionsstudio, Musterhausen

mail@adresse.de , Tel.: +49-(0)123- 456789

Inhaltsverzeichnis

1.	Äußere Aufnahmebedingungen	3
1.1.	Raumgeometrie	3
1.2.	Mikrofonpositionen	4
1.3.	Akustik des Aufnahmerraums	6
1.4.	Aufnahmesysteme	7
2.	Audio-Inhalte	8
2.1.	Das Instrument	8
2.2.	Musikalischer Inhalt	9
2.2.1.	Trennung der einzelnen Werke	9
2.2.2.	Registrierungen	9
2.2.3.	Komposition	9
2.2.4.	Audiodaten	11
3.	Anhänge	12
3.1.	Inhalte auf Datenträger/Zip-File etc.	12
3.2.	Bilder der Kirche	13
3.3.	3D-Modell des Raums	13
3.4.	Aufnahmesysteme Anhang	14
3.4.1.	Inventarliste	14
3.4.2.	Datenblätter	14

1.2. Mikrofonpositionen

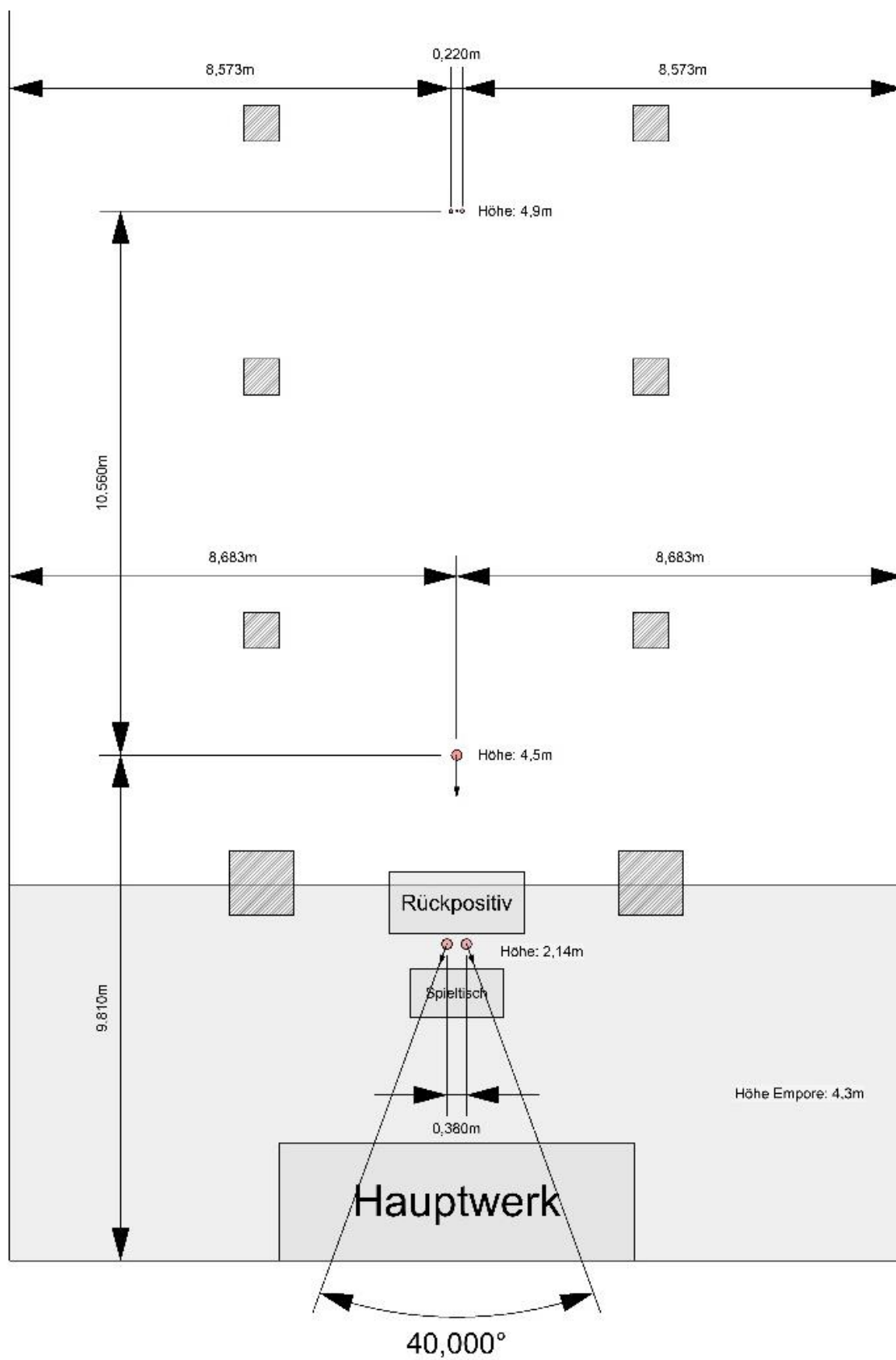


Abbildung 1.2 - Position der Mikrofone

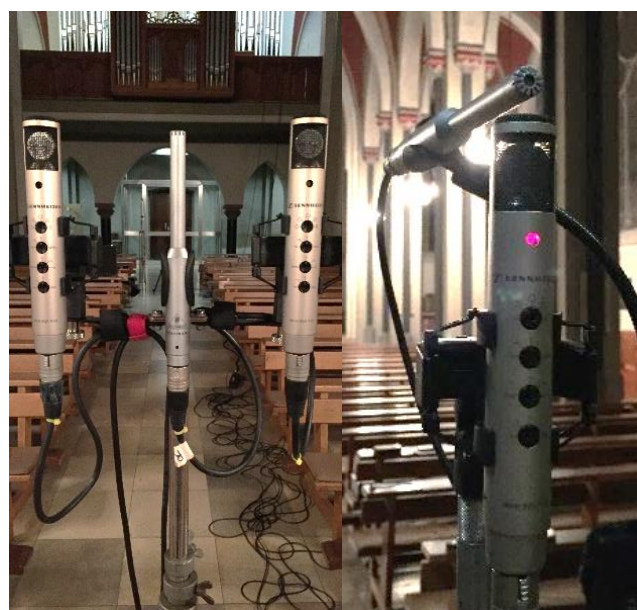
Abbildung 1.2 zeigt die Mikrofonpositionen innerhalb der Kirche. Bei der Aufnahme der Orgel fanden insgesamt neun Mikrofone Verwendung. Zwei AKG C414 wurden ca. 5 m vom Hauptwerk der Orgel entfernt, oben auf der Empore aufgestellt. Diese sollten zur Direktabnahme des Hauptwerks im Stereopanorama dienen, weswegen diese in etwa 38 cm Abstand und 40°-Winkel zueinander in 2,14 m Höhe über der Empore mit Nierencharakteristik ausgerichtet wurden. Die Mikrofone wurden jeweils durch ein, sich etwa 1 cm über der Kapsel befindendes Messmikrofon (Behringer ECM8000) mit Kugelcharakteristik ergänzt, um diese später nach einer Kalibrierung als Lautstärkereferenz für die AKG C414 verwenden zu können (vgl. Abb. 1.3).



Abbildung 1.3 - Mikrofonierung des Hauptwerkes mit AKG C414 und kalibrierten Referenz-Messmikrofonen

Da die Werke der Orgel sich zum Teil örtlich voneinander trennen und das Rückpositiv sich hinter dem Spieltisch befindet, wurde letzteres separat mikrofoniert. Da es im Vergleich zum Hauptwerk, nicht sonderlich breit ausfällt (2,6 m), wurde es mit nur einem auf Niere eingestellten Sennheiser MKH800 in Mono abgenommen. Es befand sich auf einem 4,5 m hohen Stativ in etwa 2,5 m Abstand zum Rückpositiv und wurde direkt auf dessen Mitte gerichtet. Für eine spätere Pegelreferenz fand sich auch hier ein kalibriertes Behringer ECM8000 Messmikrofon mit Hilfe eines Schwanenhalses circa 1 cm über der Kapsel des MKH800 wieder (Abb. 1.4 rechts).

Zum Erhalt einer Nachhallfahne wurde die Mitte des Kirchenraumes mit zwei Sennheiser MKH800 als Raummikrofone bestückt. Diese wurden mit Kugelcharakteristik in 4,90 m Höhe und etwa 8,70 m Abstand zum Rückpositiv-Mikrofon in einem Abstand von 22 cm zueinander, auf einer Stereoschiene montiert und als Stereo-Raummikrofone verwendet. Da der Abstand der beiden MKH800 verhältnismäßig klein war, wurde hier nur ein Messmikrofon mittig positioniert. Die Kapsel des Messmikrofons ist dabei auf gleicher Höhe mit denen der Raummikrofone (siehe Abb. 1.4 links).



*Abbildung 1.4 - Raummikrofone in der Kirchenmitte (links),
Mikrofon des Rückpositivs (rechts)*

1.3. Akustik des Aufnahmerraums

Nachdem die Dimensionen des Raums näherungsweise bestimmt wurden ([Abschnitt 1.1](#)), erfolgten Messungen der Nachhallzeit und des Ruhepegels. Hierzu wurde ein NTI XL2 Messgerät in der Kirchenmitte auf einer gepolsterten Bank platziert und mehrere Male für jeweils 30 Sekunden der Ruhepegel gemessen. Aufgrund der geringen Schalldämmung des Gebäudes wurden die Aufnahmen und die Ruhepegelmessung in der Nacht (wenig Straßenverkehr) durchgeführt.

Die durchschnittlichen Ergebnisse der Ruhepegelmessung werden in Tabelle 1.2 dargestellt.



Abbildung 1.5 - Messung des Ruhepegels

L _{Aeq} _dt [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{AF} -max_dt [dB]	L _{AFT5eq} [dB]	L _{Zeq} _dt [dB]	L _{Zeq} [dB]	L _{Ceq} _dt [dB]	L _{Ceq} [dB]	L _{AF} 95% [dB]
27,62	27,79	28,09	30,19	44,89	45,69	41,31	41,41	26,91

Tabelle 1.2- Ruhepegel in der Kirchenmitte

Neben dem Ruhepegel wurde die Nachhallzeit in Oktavbändern gemessen. Hierzu wurde in der Kirchenmitte, etwa auf der Position der Raummikrofone in 1 m Höhe einen Lautsprecher Typ Genelec 1031A platziert (Abb. 1.6 links) und auf den, der Orgel gegenüberliegenden Altar gerichtet. Etwa 7 m hinter dem Lautsprecher wurde das NTI XL2 Messgerät auf einem mit Schaumstoff gepolsterten Stuhl positioniert (siehe Abb. 1.6 rechts). Das Anregungssignal lieferte ein NTI MR2 Minirator.

Die Durchführung der Messung erfolgte mit Hilfe von Signalbursts (7 Sekunden) von pinkem Rauschen durch den MR2 und Wiedergabe durch den Lautsprecher. Das Messgerät nimmt dabei über mehrere Durchgänge die Nachhallzeit in Oktavbändern auf, welche sich zu den durchschnittlichen Werten in Tabelle 1.3.

Zur Messung einer Raumimpulsantwort wurde von der Empore ein Schuss einer Schreckschusspistole abgegeben und mit allen Mikrofonen aufgezeichnet.



Abbildung 1.6 - Messung der Nachhallzeit: Lautsprecher zum Altar gerichtet (links), Messgerät ca. 7 m hinter dem Lautsprecher (rechts)

Band[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T ₆₀ [s]	3,90	4,62	4,08	3,79	3,57	3,03	2,14	1,11
Hallradius [m]	2,36	2,17	2,31	2,40	2,47	2,68	3,19	4,43

Tabelle 1.3 – Nachhallzeit der Kirche in Oktavbändern.

Zur Bestimmung des Hallradius für das entsprechende Oktavband wurde das näherungsweise bestimmte Volumen aus [Abschnitt 1.1](#) und die gemessene Nachhallzeit verwendet.

1.4. Aufnahmesysteme

Sämtliche bei den Aufnahmen verwendete Aufnahmesysteme (Übertragungstechnik, Mikrofone, Zubehör) wurden in einer Excel-Datei aufgelistet und finden sich zusammen mit den dazugehörigen Datenblättern im Verzeichnis Aufnahmesysteme.

Einstellungen:

DAW (Cubase 8.5 Pro) und Interface wurden mit folgenden Einstellungen verwendet:

- Abtastrate: 48 kHz
- Bittiefe: 24 Bit

Absoluter Schalldruckpegel:

Um den absoluten Schalldruckpegel während der Aufnahme dokumentieren zu können, wurde über jedes Messmikrofon (Referenz) ein Kalibrierungston mit **94 dB SPL** aufgezeichnet. Mittels dieses Kalibrierungstons konnte in einer DAW, unter Verwendung des WLM Meters (Waves), ein Pegelausgleich zwischen Referenz- und Aufnahmемikrofonen vorgenommen werden. Durch einen allgemein angeglichenen Pegel war es möglich, den Kalibrierungston vor jede Aufnahmемikrofon-Spur zu schneiden und gemeinsam zu exportieren. Die entstandenen Aufnahmen können in einem späteren Wiedergabesystem über diesen Kalibrierton eingepegelt und pegelrichtig wiedergegeben werden.

2. Audio-Inhalte

2.1. Das Instrument

Bei der in den Aufnahmen verwendeten Kirchenorgel, handelt es sich um einen Bau der Firma Karl Schuke, Berliner Orgelwerkstatt GmbH aus dem Jahre 1982. Die Orgel befindet sich in der **St. Jacobus Kirche in Hilden**. Bei der Bedienung des Instruments half uns der Organist der Kirchengemeinde und unsere Ansprechperson Carlos Reigadas. Die Disposition (Zusammenstellung der Register, Spielhilfen) erfolgte durch **Friedhelm Hohman und Josef Zimmermann**. Ihr Aufbau entspricht dem, einer romantischen Orgel. Die Umsetzung der Spieltraktur ist pneumatisch, die Registertraktur elektrisch. Tabelle 2.1 zeigt die Orgelwerke und deren Register. Für die Aufnahmen wurden einzelne Register sowie verschiedenste Kombinationen verwendet.



Abbildung 2.1 - Registratur der Orgel

I Hauptwerk C – a ³			Rückpositiv C – a ³			III Schwellwerk C – a ³			Pedal C - f1		
Nr.	Bezeichnung	Lage	Nr.	Bezeichnung	Lage	Nr.	Bezeichnung	Lage	Nr.	Bezeichnung	Lage
1	Nachthorn	16'	16	Principal	8'	28	Bourdon	16'	44	Prinzipal	16'
2	Principal	8'	17	Gedackt	8'	29	Rohrflöte	8'	45	Subbass	16'
3	Holzflöte	8'	18	Quintade	8'	30	Geigenprinzipal	8'	46	Bordun	16'
4	Gemshorn	8'	19	Praestant	4'	31	Salizional	8'	47	Quinte	10 ² /3'
5	Gamba	8'	20	Spitzflöte	4'	32	Vox Coelestis	8'	48	Oktave	8'
6	Octave	4'	21	Schwegel	2'	33	Prinzipal	4'	49	Bassflöte	8'
7	Blockflöte	4'	22	Sesquialtera II		34	Traversflöte	4'	50	Choralbass	4'
8	Quinte	2 ² /3'	23	Quinte	1 ¹ /3'	35	Nasard	2 ² /3'	51	Pommer	4'
9	Oktave	2'	24	Scharff IV		36	Bachflöte	2'	52	Hintersatz IV	
10	Kornett(IV-V)		25	Dulcian	16'	37	Terz	1 ³ /5'	53	Posaune	16'
11	Mixtur V		26	Krummhorn	8'	38	Piccolo	1'	54	Trompete	8'
12	Zimbel III		27	Vox Humana	8'	39	Mixtur VI		55	Trompete	4'
13	Trompete	16'		<i>Tremulant</i>		40	Basson	16'			
14	Trompete	8'				41	Trompete	8'			
15	Trompete	4'				42	Oboe	8'			
						43	Clarino	4'			
							<i>Tremulant</i>				

Tabelle 2.1 - Übersicht der Werke und deren Register

Die Verstimmung einzelner Register, bzw. Pfeifen wurde mit Hilfe von Messungen zwischen 20 und 40 Cent über der 440 Hz Stimmung bestimmt.

2.2. Musikalischer Inhalt

Die Erstellung einer Aufnahme von repräsentativen Klängen einer Kirchenorgel unterscheidet sich grundlegend von denen „herkömmlicher“ Instrumente, da sie aufgrund der Vielzahl ihrer Werke und deren Registrierungen (Tabelle 2.1), die sich räumlich und klanglich grundlegend unterscheiden, viel mehr mit einem Ensemble als einem einzelnen Instrument zu vergleichen ist. Hierdurch entstehen besondere Anforderungen, die es bei der Überlegung und Erstellung von geeignetem musikalischen Inhalt zu berücksichtigen galt.

2.2.1. Trennung der einzelnen Werke

Um das akustische Übersprechen (ähnlich bei in einem Raum verteilten Musikern eines Ensembles) dokumentieren zu können, schreiben die DEGA-Richtlinien vor, jedes Instrument (im Falle der Orgel die Register) einzeln an seiner Position zu allen Mikrofonen aufzunehmen. Die bei der Orgel ebenso auftretende räumliche Trennung wurde berücksichtigt, indem für jedes Hörbeispiel und jede Registrierung, die Werke der Orgel einzeln aufgezeichnet wurden. Für einen Gesamteindruck wurden anschließend mit derselben Vorgehensweise, durch das Koppeln einzelner Manuale, noch einmal alle Werke gemeinsam aufgezeichnet (außer Pedalwerk, welches sich nicht koppeln ließ).

2.2.2. Registrierungen

Da die Register jedes Werkes in Klang und Zusammensetzung verschieden sind, wird für den Vergleich der Werke allerdings ein annähernd einheitlichen Klang angestrebt. Daher wurden die, in jedem Werk vorkommenden Basisregister Prinzipal (Labialpfeifen) und Trompete (Lingualpfeifen) sowie eine volle Registrierung (Tutti) eingesetzt. Diese ermöglichen einen möglichst breitbandigen Vergleich charakteristischer Orgelklänge. Einzige Ausnahme bestand beim Schwellwerk/Rückpositiv. Hier wurde mit weiteren Labialpfeifenregister sowie dem Rückpositiv, bei dem das fehlende Trompeten Register durch andere charakteristische Lingualpfeifenregister ersetzt wurde, unterstützt. Alle Register wurden in derselben Tonlage (8“) zu gespielt.

Eine genaue Übersicht aller Registrierungen findet sich im Verzeichnis Spuren → Einzelspuren.

2.2.3. Komposition

Grundlegendster Aspekt bei einem möglichst breitbandigen Vergleich charakteristischer Orgelklänge ist ein passend gewählter musikalischer Inhalt. Eine neutrale Basis schafft die Verwendung grundlegender musikalischer Komponenten, wie Tonleitern und Mehrklänge. Für einen praktischen Bezug zur Orgelmusik, wurden Akkorde zusätzlich arpeggio-artig aufgelöst und ein Auszug aus einem bekannten Orgelstück aufgezeichnet. Abbildung 2.2 bis 2.5 zeigen Notenbeispiele des erstellten Audiomaterials.

Tonleiter

C-Dur

$\text{♩} = 100$

1 2 3

4 5 6 7

Abbildung 2.2

Akkorde

C-Dur

$\text{♩} = 100$

1 2 3 4

5 6 7 8

Abbildung 2.3

Arpeggio

a - F - G - E

Music by Riccardo Reinhard

$\text{♩} = 100$

1 2

3 4

Abbildung 2.4

Toccata und Fuge in d-Moll

Fuge: Takt 1 - 10

Music by Johann Sebastian Bach



Abbildung 2.5

Urheberrechte:

Tonleiter, Akkorde und Arpeggio sind aufgrund mangelnder Schöpfungshöhe gemeinfrei. Die Toccata und Fuge in d-Moll ist gemäß §64 UrhG gemeinfrei, da ihr Komponist (Johann Sebastian Bach) bereits länger als 70 Jahre tot ist.

Musiker:

Eingespielt wurden sämtliche Aufnahmen von **Riccardo Reinhard**.

2.2.4. Audiodaten

Gesamtanzahl der Audiofiles: 372 Dateien

- Mix-Files: 61 Dateien (sortiert nach Werk, Register und musikalischem Inhalt)
- Einzelspuren: 311 Dateien (sortiert nach Werk, Register und musikalischem Inhalt)

Audioformat: Wave-Format, Wortbreite 24 Bit, Abtastrate 48 kHz

	Tonleitern	Akkorde	Arpeggien	Toccata
Dauer der Aufnahmen [s]	26	26	19	38
Spitzenpegel [dBFS]	-12 bis -3 (Aufgrund der Vielzahl an Dateien nicht einzeln angegeben.)			

3. Anhänge

3.1. Inhalte auf Datenträger/Zip-File etc.

Verzeichnis	Art
Spuren	Aufgenommene Einzelspuren inkl. Referenzton vor Beginn (sortiert nach Werk, Register und musikalischem Inhalt)
Messungen	Tabellen zu Geometrische Maße, Ruhestörpegel und Nachhallzeit, Raumimpulsantworten
Bilder	Fotos von der Räumlichkeit, sowie der Aufstellung der Mikrofone und diversen Skizzen
Videos	Videos von Aufbau, sowie den einzelnen Aufnahmen
Aufnahmesysteme	Auflistung des verwendeten Equipments, sowie dazugehörige Datenblätter
Noten	Noten der aufgenommenen Hörbeispiele
Cubase Projekt	Cubase 8.5 Datei des Aufnahmeprojekts
3D-Modell	3D-Modell der Kirche und Bilder des Modells

Tabelle 3.1 - Inhalte der Datenträger/Zip-Files

3.2. Bilder der Kirche



(Beispiele, mehr Inhalt auf Datenträger/Zip etc.)

3.3. 3D-Modell des Raums



(Beispiele, mehr Inhalt auf Datenträger/Zip etc.)

3.4. Aufnahmesysteme Anhang

3.4.1. Inventarliste

	Bezeichnung	Hersteller	Modell	Anzahl
Aufnahme-Equipment	Interface	Focusrite	Liquid Saffire 56	1
	PreAmp	Behringer	ADA 8000	1
	Laptop	Apple	MacBook Pro (13", 2012)	1
	Kopfhörer	Beyerdynamic	DT 770 Pro (80 Ohm)	1
	Kopfhörer	Beyerdynamic	DT 770 Pro (250 Ohm)	1
Mikrofone	Direkt (HW/SW/PW; RP)	AKG	C414	3
	Raum	Sennheiser	MKH 800	2
	Messmikrofon	Behringer	ECM 8000	4
	Messequipment	Lasermessgerät	Bosch	1
	Schallpegelmesser	NTI Audio	XL2	1
	Noise Generator	NTI Audio	Minirator MR-PRO	1
	Lautsprecher	Genelec	1031A	1
Zubehör	Multicore	Thomann	the sssnake MC8	1
	XLR Kabel	Neutrik	20m	9
	Klinkenverlängerung	Thomann	the sssnake SPP2050	1
	große Stative	unbekannt	ca. 5m	2
	kleine Stative	Millenium	MS-2005	4

3.4.2. Datenblätter

(Siehe Inhalt auf Datenträger/Zip etc.)