

# DEGA-Audiodatenbank zur Evaluierung von virtuellen auditiven Umgebungen: Erstellung und Dokumentation von Kirchenorgelaufnahmen zur Verwendung als Stimuli in virtuellen Umgebungen

Christian Epe, Dieter Leckschat, Oliver Kreuzer, Riccardo Reinhard

Institute of Sound and Vibration Engineering, Hochschule Düsseldorf, E-Mail: christian.epe@hs-duesseldorf.de



Abbildung 1: Orgel der St. Jacobus Kirche in Hilden

## Einleitung

Die Vielzahl an Klangregistern und die damit verbundene räumliche Ausdehnung einer Kirchenorgel bietet ein beeindruckendes Potential an Wiedergabeszenarien für virtuelle Umgebungen. Dabei kann die Anforderung bestehen Daten einer entsprechenden Stimulus-Datenbank später „pegelrichtig“ wiedergegeben zu können. Daher wurde bei der durchgeführten Orgelproduktion eine doppelte Mikrofonierung mit zusätzlichen kalibrierbaren Messmikrofonen vorgenommen, welche eine Pegelanpassung der künstlerisch eingesetzten Mikrofone in der Postproduktion erlaubt. Erfolgreiches Ergebnis der Produktion ist eine Sammlung von über 300 Stimuli verschiedener Orgelwerke und –Register, und unterschiedlichem musikalischem Inhalt. Das Poster zeigt die Produktion und Ausschnitte der durchgeführten Arbeitsschritte. Das angefertigte Audiomaterial ist gemeinfrei und daher für wissenschaftliche Untersuchungen in virtuellen Umgebungen einsetzbar.

## Aufnahmebedingungen

Die Produktion fand in der St. Jacobus Kirche in Hilden statt. Der Kircheninnenraum weist mit seinen Wölbungen und Apsissen eine komplexe Struktur auf (Abb. 2). Für die Berechnung des Volumens wurde mit entsprechender Mittelung ein quaderförmiger Innenraum angenommen. Für die Maße und das Volumen ergeben sich die Werte aus Tabelle 1.

Tabelle 1: Raummaße und Volumen

<b>Breite</b>	17,37 m
<b>Länge</b>	37,60 m
<b>Höhe</b>	10,25 m
<b>Volumen</b>	6691,6 m <sup>3</sup>

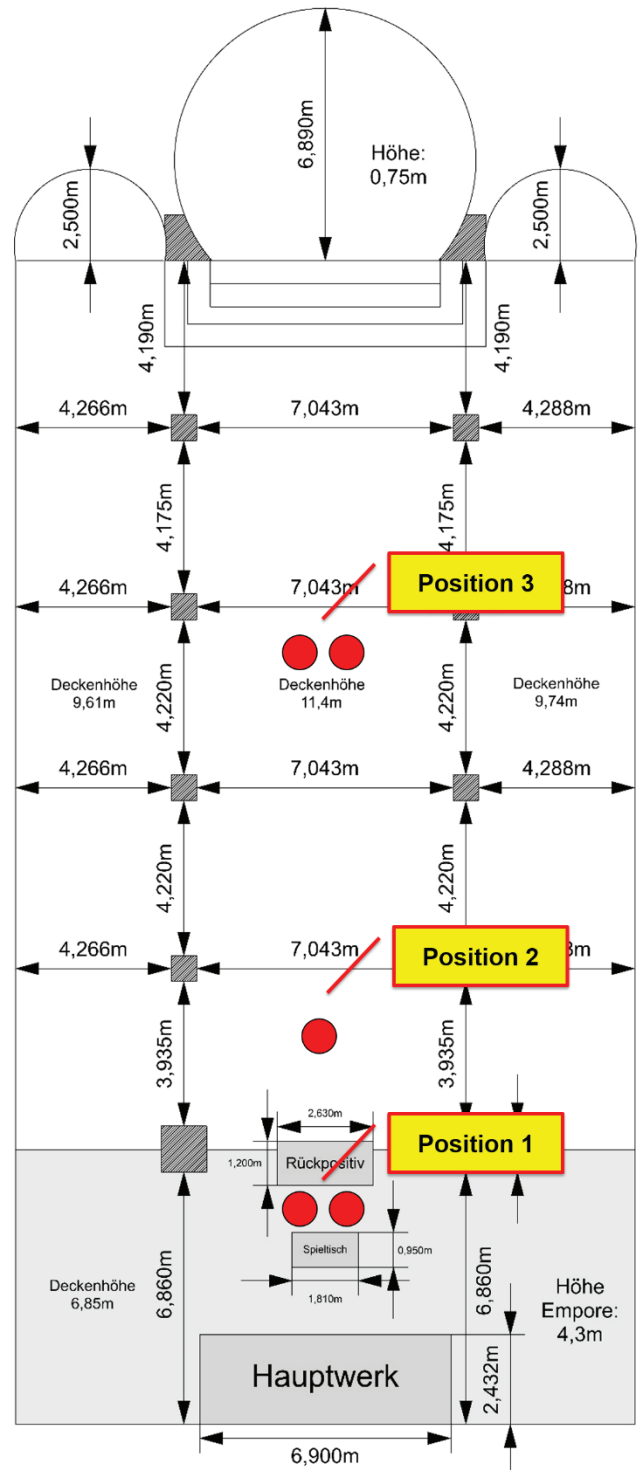


Abbildung 2: Grundriss der Kirche und Mikrofonpositionen.

Die dort befindliche Orgel (Abb.1) wurde im Jahr 1982 von der Firma Karl Schuke, Berliner Orgelwerkstatt GmbH errichtet. Sie verfügt über 55 Register aufgeteilt in 4 Orgelwerke.

Die Doppelmikrofonierung, bestehend aus jeweils klangästhetischen Mikrofon plus Messmikrofon wurde an den in Abbildung 2 eingezeichneten Positionen 1 bis 3 vorgenommen.



Abbildung 3: Mikrofonkombination an Position 1

Auf der Empore befanden sich in ca. 5 m vom Hauptwerk der Orgel zwei Großmembran-Mikrofone (Abb. 3). Sie dienten der Direktabnahme des Hauptwerks im Stereopanorama, 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 2 cm über der Kapsel befindendes Messmikrofon mit Kugelcharakteristik ergänzt, um diese später nach einer Kalibrierung als Lautstärkereferenz für die Großmembran-Mikrofone verwenden zu können. 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 Kondensator-Mikrofon (Abb. 4) abgenommen.



Abbildung 4: Mikrofonkombination an Position 2

Dieses 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 parallel ein kalibriertes Messmikrofon wieder. Zum Erhalt einer Nachhallfahne wurde die Mitte des Kirchenraumes mit zwei Kondensator-Mikrofonen bestückt. Diese wurden mit Kugelcharakteristik in 4,9 m Höhe und etwa 8,7 m Abstand zum Rückpositiv-Mikrofon in einem Abstand von 22 cm zueinander, auf einer Stereoschiene montiert und als Raummikrofone verwendet. Da der Abstand der beiden Mikrofone verhältnismäßig klein war, wurde hier nur ein Messmikrofon mittig positioniert. Die Kapseln von Messmikrofon und Raummikrofonen waren auf gleicher Höhe (Abb. 5).



Abbildung 5: Mikrofonkombination an Position 3

Neben der reinen Aufnahme unterschiedlichen, musikalischen Materials (Tonleitern, Akkorde, Kompositionen) wurden auch akustische Parameter gemessen und dokumentiert, wie z.B. Ruhepegel, Raumimpulsantwort, Nachhallzeit. Tabelle 2 zeigt beispielhaft die Nachhallzeit der Kirche in Oktavbändern.

Tabelle 2: Nachhallzeit Kirche

Band [Hz]	T60 [s]	Hallradius [ m]
63	3,90	2,36
125	4,62	2,17
250	4,08	2,31
500	3,79	2,40
1000	3,57	2,47
2000	3,03	2,68
4000	2,14	3,19
8000	1,11	4,43

## Postproduktion

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 eines Loudness-Meters, ein Pegelausgleich zwischen Referenz- und Aufnahmemikrofonen vorgenommen werden. Durch einen allgemein angeglichenen Pegel war es möglich, den

Kalibrierungston vor jede Aufnahmemikrofon-Spur zu schneiden und gemeinsam zu exportieren. Die entstandenen Aufnahmen können in einem späteren Wiedergabesystem über diesen Kalibrierton eingepegelt und pegelrichtig wiedergegeben werden.

### **Audiomaterial für die Stimulus-Datenbank**

Die Stimulus-Sammlung umfasst alle Einzelsignale sowie eine Referenzmischung.

#### **Gesamtanzahl der Audiofiles:**

372 Dateien, 48 kHz Abtastrate, 24 Bit

#### **Mix-Files:**

61 Dateien (sortiert nach Werk, Register, Inhalt)

#### **Einzelspuren:**

311 Dateien (sortiert nach Werk, Register, Inhalt)

#### **Audioformat:**

Wave-Format, Wortbreite 24 Bit, Abtastrate 48 kHz

**Tabelle 3:** Auflistung des Audiomaterials

	<b>Dauer der Aufnahme [s]</b>	<b>Spitzenpegel [dBFS]</b>
<b>Tonleitern</b>	26	-12 bis -3 (hier nicht einzeln angegeben)
<b>Akkorde</b>	26	
<b>Arpeggien</b>	19	
<b>Toccata</b>	38	

**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.

Bis zur finalen Implementierung der Stimuli in die im Aufbau befindliche Datenbank der DEGA kann das Material beim Autor per Mail angefragt werden.

### **Literatur**

- [1] D.Leckschat, C.Epe, S.Spors, S.Weinzierl, F. Zotter: Aufbau einer Stimulus-Datenbank für Anwendungen in der Virtuellen Akustik. DAGA 2017