

# Das Sound & Vision Experience Lab: eine interaktive audiovisuelle Umgebung zur Vermittlung von Forschungsmethoden und -ergebnissen

Hans-Joachim Maempel<sup>1</sup> und Michael Horn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Staatliches Institut für Musikforschung Preußischer Kulturbesitz, Abteilung III Akustik und Musiktechnologie | Studiotechnik und IT  
maempel@sim.spk-berlin.de



Gefördert durch:



Die Beauftragte der Bundesregierung für Kultur und Medien

Das Kuratorium Preußischer Kulturbesitz



## Zusammenfassung

Das Sound & Vision Experience Lab (SV\_XL) ist ein Labor für hochqualitative und interaktive Ton- und Bildwiedergabe in 3D. Es dient der Vermittlung von Forschungserkenntnissen der Akustik und Musikwissenschaft durch audiovisuelle Demonstrationen in einem öffentlich zugänglichen Bereich des Musikinstrumenten-Museums des Staatlichen Instituts für Musikforschung. Technisch unterstützt werden virtuelle akustische Umgebungen und stereoskopische Bildwiedergabe sowie die Möglichkeit der Änderung von Parametern in Echtzeit durch die Benutzer:innen. Das SV\_XL eignet sich für die Präsentation von virtuellen Exponaten, für die Demonstration physikalischer und psychoakustischer Grundlagen, für die Auralisierung und Visualisierung psychologischer Phänomene wie Sinnestäuschungen sowie für die Übertragung künstlerischer Inhalte.

## Motivation

Viele Phänomene und Zusammenhänge sind visualisiert und auralisiert wesentlich intuitiver und schneller verständlich als durch verbale Beschreibungen. Häufig sind die in Experimenten eingesetzten Testreize selbst besonders instruktiv für das Verständnis eines untersuchten Effekts. Deren Wiedergabe ist aber oft an technisch aufwändige Bedingungen geknüpft. Daher wurde ein Raum für hochqualitative und interaktive Ton- und Bildwiedergabe nach dem aktuellen Stand der Technik ausgestattet. Es können Texte, Bilder, Audio und Video präsentiert werden. Simulationsdaten können entweder akquiriert oder numerisch modelliert sein. So sollen Forschungserkenntnisse anschaulich und ‚anhörlich‘ vermittelt werden.

## Anforderungen

Zu den Anforderungen des Labors gehörten die Realisierbarkeit virtueller akustischer Umgebungen und von 3D-Bildwiedergabe, die Einstellbarkeit diskreter und kontinuierlicher Parameter, Inhaltsoffenheit, ein Aufforderungscharakter für experimentelle Interaktion, Einzigartigkeit in Design und Haptik, und die doppelte Nutzbarkeit für Vermittlungs- und Forschungszwecke.

## Technische Realisation

### Konzept

Das Gesamtsystem basiert zu großen Teilen auf dem Simulationssystem der *Virtual Concert Hall* [1]. Es umfasst je einen Computer für die Steuerung und für das Audio-/Video-Rendering sowie eine Software- und eine Hardware-Bedien-einheit. Die Kommunikation erfolgt über Netzwerk u.a. basierend auf dem OSC-Protokoll. Die Steuerungen sind als *Python*-Programme implementiert.

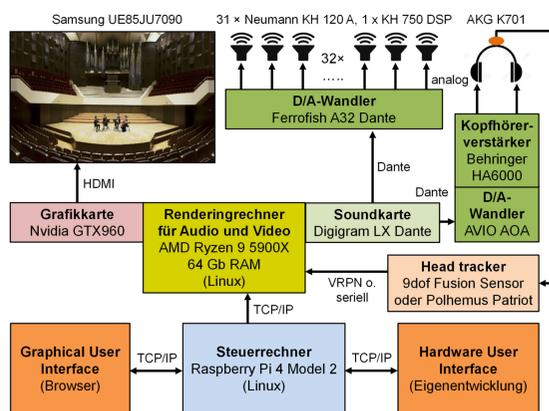


Fig. 1: Signalfluss

### Wiedergabesysteme

Gemäß den Anforderungen kommen ein stereoskopiefähiger 85"-UHD-Monitor, eine 31kanalige Lautsprecheranordnung plus Subwoofer und ein System für dynamische Binauralsynthese zum Einsatz. Die Audioinhalte werden über die Digital Audio Workstation *Reaper* abgespielt und mit PlugIns für All-Round Ambisonic Panning and Decoding (AIIRAD) des IEM Graz [2] und für Pegelanpassungen aufbereitet. Rendering und Lautsprecherpositionen unterstützen die Wiedergabeformate Ambisonics (bis 3. Ordnung über AIIRAD), Dolby Atmos 7.1.4, Dolby 7.1, Dolby & THX 5.1, ITU 5.1 (mit Winkelabweichungen der Surround-Lautsprecher), LCR, Zweikanal-Stereo und Mono. Der Ruhe-Störschallpegel beträgt 25 dB(A). Die Binauralsynthese erfolgt nicht-individualisiert durch Sound-Scene Renderer [3] unter Anwendung einer Kompensation der Kopfhörerübertragungsfunktion und unter optionalem Einsatz eines BRIR-Resynthese-Algorithmus [4] zur Anpassung an die individuelle interaurale Laufzeitdifferenz. Videos werden über einen skriptfähigen Player abgespielt und zum Audiosignal punktsynchronisiert.

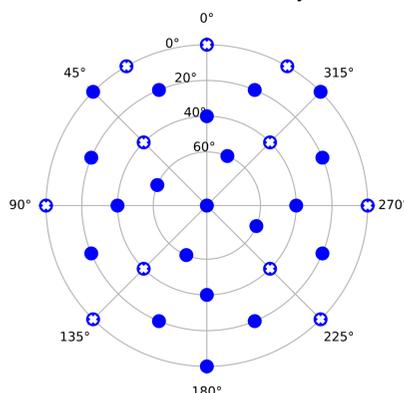


Fig. 2: Azimuth (Winkelskala) und Elevation (Radialskala) der 31 Lautsprecher

### Bedienung



Fig. 3: Hardware User Interface

Die Bedienung durch die Besucher:innen erfolgt über ein eigens entwickeltes Hardware User Interface (HUI), in dem hochwertige Komponenten wie beleuchtete Sensortasten, Drehgeber, LED-Arrays und Matrix-Displays verbaut wurden. Farben, Funktionen und Beschriftungen der Bedien- bzw. Anzeigeelemente sind auf diese Weise variabel und können dem jeweiligen Demonstrationseinhalt angepasst werden. Für besondere Zwecke wie Experimente steht ein browserbasiertes, adaptierbares Graphical User Interface (GUI) auf einem Tablet Computer zur Verfügung.

## Zeitliche Gliederung der Demonstrationen

Die Benutzung des SV\_XL gliedert sich in wenigstens fünf Phasen:

- 1. Begrüßung und Auswahl:** Während einer audiovisuellen Begrüßungsschleife wird die interessierende Demonstration aus einer Liste ausgewählt und gestartet. Zum zielgerichteten Auffinden kann diese Liste durch ein thematisches, ein physikalisches und ein psychologisches Stichwort gefiltert werden.
- 2. Einführung:** Jede Demonstration beginnt mit einer Startfolie, die in das Thema einführt, Instruktionen und Empfehlungen zu Wahrnehmungsaspekten gibt und die einstellbaren Parameter auflistet.
- 3. Interaktive Darbietung:** Es werden zeitbezogene audiovisuelle Inhalte wiedergegeben. Währenddessen erlauben aktivierte Bedienelemente die Veränderung von Parametern, Transporttasten die Navigation auf der Zeitachse.
- 4. Erläuterung:** Intendierte Wahrnehmungsinhalte der interaktiven Darbietung werden populärwissenschaftlich erklärt und ggf. empirisch verallgemeinert.
- 5. Referenzen:** Die Abschlussfolie enthält einen Verweis auf zugrundeliegende Publikationen, listet weiterführende Literatur und nennt Originalwerke und Beteiligte.



Fig. 4: Panoramaansicht des SV\_XL mit 31 Aktivlautsprechern und 85"-Monitor (equirektangulare Abbildung)

## Demonstrationsinhalte

Die Demonstrationsinhalte stammen aus Themenbereichen, die die Schaffung, Ausführung, Übertragung und Wahrnehmung von Musik betreffen: Instrumentenkunde, Raumakustik, Elektroakustik, Virtuelle Akustik, Schallspeicherung, Psychoakustik, auditive und audiovisuelle Wahrnehmung, Werkgenese und -analyse, sowie die auführungsseitige, medienseitige und hörerseitige Interpretation von Musik. Zunächst stehen folgende Demonstrationen zur Auswahl: (1) Lautsprecher-Wiedergabeverfahren, (2) Historische und moderne Audiomedien, (3) Werkinterpretationen, (4) Abmischungen, (5) Hörerpositionen im Konzertsaal, (6) Aufführungsräume, (7) Beethovens Streichquartett-Instrumente.

## Anwendungsbeispiel Aufführungsräume

Räume, auch nicht mehr oder noch nicht existierende (vgl. [5]), sind als Replikation erlebbar. Es können Einflussgrößen auf Reizebene dissoziiert werden, die im Alltag konfundiert sind. Indem etwa bei laufender künstlerischer Darbietung der Aufführungsraum gewechselt werden kann, wird seine Bedeutsamkeit unmittelbar erlebbar. Schließlich wird die empirische Methodik selbst anschaulich, und zwar hinsichtlich Simulationstechnologie, Bedingungsvariation und erhobener Merkmale.

## Ausblick

Das SV\_XL wird 2022 eröffnet. Das Demonstrations-Portfolio wird sukzessive erweitert. Andere Forschungseinrichtungen können eigene Demonstrationsinhalte beitragen oder in Kooperation mit dem SIM entwickeln. Das Labor soll auch für die Durchführung von Hörversuchen genutzt werden. Technische Erweiterungen werden hierfür bei Bedarf implementiert und für den Vermittlungsbetrieb beibehalten. Einige Demonstrationen können für die Online-Nutzung aufbereitet werden. Das SV\_XL kann auch für die Übertragung und Aufführung von spatialisierter Musik und Klangkunst genutzt werden.

## Literatur

- Maempel, H.-J. & Horn, M. (2017). The Virtual Concert Hall – a Research Tool for the Experimental Investigation of Audiovisual Room Perception. *International Journal of Stereo and Immersive Media* 1 (1), S. 78-98.
- Zotter, F. & Frank, M. (2012). All-Round Ambisonic Panning and Decoding. *Journal of the Audio Engineering Society* 60 (10), S. 807-820.
- Geier, M. & Spors, S. (2013). Spatial Audio with the SoundScene Renderer. *27th TonmeisterTagung – VDT International Convention*, November, 2012.
- Lindau, A., Estrella, J., & Weinzierl, S. (2010). Individualization of dynamic binaural synthesis by real time manipulation of the ITD. In: *AES 128th Convention*. London: Audio Engineering Society; 2010. Preprint 8088
- Weinzierl, S., Rosenheinrich, H., Blickensdorff, J., Horn, M., Lindau, A. (2010). Die Akustik der Konzertsäle im Leipziger Gewandhaus. *Geschichte, Rekonstruktion und Auralisation. DAGA, 36. Jahrestagung für Akustik*, Berlin, S. 1045-1046.