

## **R(ae)umlich – eine begehbare interaktive Wagner-Klanglandschaft**

*Michael Kirschner, Martin Würflein, Martin Lubczyk, David Ferstl,  
Cornelius Pöpel*

*Hochschule Ansbach, Multimedia und Kommunikation  
Ansbach, Deutschland*

{michael.kirschner, martin.wuerflein, martin.lubczyk, d.ferstl,  
cornelius.poepel}@hs-ansbach.de

### **Zusammenfassung**

Die Installation „R(ae)umlich“ verknüpft musikalische Motive aus dem „Ring des Nibelungen“ von Richard Wagner mit aktuellen medientechnischen Entwicklungen. In dieser Arbeit wird eine begehbare, interaktive Klanginstallation vorgestellt, in der die BesucherInnen verschiedene Leitmotive der Oper „Rheingold“ in einer audiovisuellen Inszenierung erleben. Abhängig davon, wohin sich die BesucherInnen innerhalb der Installation begeben, ertönen die Leitmotive in Verbindung mit spezifischen Lichtszenarien. Begleitet werden diese von einem Grundklang, der sich akustisch langsam kreisend durch den Raum bewegt.

Die Tiefeninformationen einer Infrarot-Kamera werden benutzt, um die Position von Personen im Raum zu bestimmen. Die hierfür verwendete Trackingsoftware definiert neun im Raum schwebende Quader, deren virtuelle Berührung die Steuersignale für die Interaktion generiert. Anhand der so gewonnenen Informationen werden die interaktiven Klänge (die Leitmotive) und die unterschiedlich farbigen Lichtszenarien gesteuert. Es werden via zehn im Raum verteilten Lautsprechern Phantomschallquellen erzeugt, die sich nach einem definierten Schema bewegen. Die audiovisuellen Elemente lassen eine Klang- und Lichtlandschaft mit mystischer Atmosphäre entstehen, welche die BesucherInnen interagierend mit dem System erkunden können. Um den Anforderungen unterschiedlicher Ausstellungsorte gerecht zu werden, wurden zwei verschiedene Varianten der Installation entwickelt.

## 1 Einleitung

Interaktive Klanginstallationen greifen das Interesse an Klang und an der computerbasierten Interaktion auf und können spezifisch erkundbare Szenarien schaffen, die sich gerade im Kreis jüngerer BenutzerInnen einer zunehmenden Beliebtheit erfreuen. Die im Weiteren hier dargestellte interaktive Raumklang-Installation „R(ae)umlich“ ist Teil der Ausstellung „Wagnerlicht“<sup>1</sup>, welche zum Wagner-Jubiläumsjahr 2013 im Rahmen einer Kooperation der University of Technology Sydney und der Hochschule Ansbach umgesetzt wurde.

Thema der Ausstellung ist es, studentische Perspektiven auf Wagners „Ring des Nibelungen“ mittels audiovisueller Objekte darzustellen. Über 20 australische und deutsche DesignerInnen und KomponistInnen interpretieren Teile des Rings auf eine moderne, interaktive Weise mit Licht, Sound und digitaler Technik. Das Objekt „R(ae)umlich“ ist eines davon. Ziel war es in der Entwicklung, eine begehbare, interaktive Klanginstallation zu erstellen, die ein gestaltbares Eintauchen in eine Wagner-Klangumgebung ermöglicht.

## 2 Motivation

Der Antrieb für das Projekt lag einerseits in der studentischen Reflexion der wagnerschen Musik aus dem Ring des Nibelungen, als auch darin, ein audiovisuelles Objekt für die Ausstellung „Wagnerlicht“ herzustellen. Auch die Möglichkeit, unterstützendes Licht und eine interaktive Steuerung in diesen dreidimensionalen Klangraum mit musikalischen Elementen aus der Oper Rheingold einzubinden, war eine große Motivation.

Ausgehend davon, dass das Thema Raumklang schon in vielen Klanginstallationen bearbeitet wurde (vgl. de la Motte-Haaber 2002), war eine weitere Motivation herauszufinden, ob und wie sich Elemente der wagnerschen Musik mit der räumlich interaktiven Inszenierung verbinden lassen. Die Fragen, wie man diese für Bühnen konzipierten Werke in einer dreidimensionalen Klanginstallation einsetzen kann und welche Wirkung damit erzielt werden würde, erschienen uns als sehr interessant.

Die Ausstellung „Wagnerlicht“ bot den Rahmen für die Erstellung eines audiovisuellen Objektes, in dem sich verschiedene Ansätze der Reflexion miteinander verbinden ließen:

---

<sup>1</sup> Projektwebsite: <http://wagnerlicht.com/>

- ein dreidimensionaler Klangraum, in dem sich Klänge, Geräusche und Leitmotive frei um die ZuhörerInnen bewegen können,
- das Einbinden musikalischer Elemente der Oper „Rheingold“ in einen solchen 3D-Klangraum,
- visuelle Unterstützung durch verschiedene Lichtszenarien, die auf die Klangerlebnisse abgestimmt wurden und unterschiedliche Stimmungen erzeugen,
- das Einbinden der BesucherInnen in die Installation durch eine interaktive Steuerung.

### **3 Ähnliche Entwicklungen**

Das Umfeld der Installation „R(ae)umlich“ betrifft sowohl das Thema der interaktiven Klanginstallationen als auch das der benutzten Medientechnologie. Garth Paine (2007) stellt den Raum als in einer interaktiven Installation zu artikulierendes Objekt in den Vordergrund. Der Raum selbst wird zum performativen Medium, der die RezipientInnen anhält, auf eine neue Art und Weise zu hören und gleichzeitig performativ zu agieren. Konkrete Beispiele dafür sind z. B. in seiner interaktiven Installation „Map 1“ zu finden.

Eine interaktive Klanginstallation namens „Wellenraum“ wurde von Rintelen und Parthen (2013) entwickelt. Hier wird durch die Bewegungen von Fischen in einem Aquarium die Klangsituation in dem das Aquarium umgebenden Raum gesteuert. Anhand der Position der Fische im Aquarium, welche mittels einer Kamera und einer eigens entwickelten Software erkannt wird, werden mithilfe eines Computers Klänge erzeugt. Fokussiert wurde hierbei insbesondere die harmonische Klangkomposition, die auf die BesucherInnen beruhigend und entspannend wirken soll.

Nachdem für Microsofts Kinect-Kamera externe Gerätetreiber entwickelt wurden,<sup>2</sup> wurden sehr viele Softwareentwickler auf die Technologie der Kinect aufmerksam und es entstand eine Vielzahl von Applikationen im Bereich 3D, Motion Capturing sowie Bühnenperformances und medizinischen Visualisierungen (vgl. Geiger/Pogscheba 2011). Auch im Bereich Audio hat diese Technologie Einzug gefunden. Entwickler wie Churnside, Pike und Leonard (2011) arbeiteten unter anderem mithilfe dieser Technologie an ihrem Gesture Based Audio Interface, welches durch Gestik ein Audio-Panning im Raum ermöglicht.

---

<sup>2</sup> <http://www.openni.org/> <2013-09-26>

Interaktiv durch eine 3D-Kamera gesteuerte Synthesizer werden auch von einigen Künstlern in Bereich der experimentellen Musik eingesetzt. Es werden dabei Arme und Beine mit computerbasierten Synthesizerklängen verknüpft, welche durch Bewegung des jeweiligen Körperteils aktiviert werden. Borenstein (2012) stellt in seinem Werk „Making things see“ eine Trackingsoftware vor, welche in abgewandelter Form für die Entwicklung von „R(ae)umlich“ eingesetzt wurde.

In „R(ae)umlich“ tritt neben der Artikulation des Raumes die Reflexion wagnerscher Musik in den Vordergrund. Während der Raum zum performativen Medium wird, wird darüber hinaus der Ausstellungsraum mit dem Raum der Wagner-Klanglandschaft verknüpft. Im Vergleich zum Projekt „Wellenraum“, bei dem von den Autoren Wert auf überall zu hörende, aber nicht zu lokalisierende Klänge gelegt wurde, und die Steuerung dieser von den Fischen ausgeht und somit nicht durch den Rezipienten beeinflusst werden kann, ist die interaktive Steuerung durch die BesucherInnen und die bewusst wahrnehmbare Bewegung der Klänge im Raum ein wesentlicher Bestandteil von „R(ae)umlich“.

## 4 Implementation

Da die Ausstellung Wagnerlicht sowohl in Europa als auch in Australien unterwegs ist, wurden zwei Varianten von „R(ae)umlich“ entwickelt. Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die europäische Variante, da diese etwas komplexer ist als die australische Version.

### 4.1 Verwendete Elemente

Die im Bachhaus in Eisenach aufgebaute europäische Variante der Installation „R(ae)umlich“ besteht aus folgenden Elementen: zehn aktive Lautsprecher, zentraler Steuercomputer, 10-Kanal-Soundinterface, Microsoft Xbox-Kinect-Kamera, MIDI-to-DMX-Interface sowie acht DMX-steuerbare RGB-LED-Leuchten. Es wurden folgende Programmierumgebungen verwendet: MaxMSP Jitter<sup>3</sup> für die Klang- und Lichtsteuerung sowie Processing<sup>4</sup> für das Kameratracking.

---

3 <http://cycling74.com/max> <2013-09-26>

4 <http://processing.org/> <2013-09-26>

## 4.2 *Entwicklung*

Da der komplette Aufbau und die Umsetzung des Projektes sowohl finanziell als auch zeitlich sehr aufwendig waren, wurde das Projekt von vornherein in verschiedene kleinere Komponenten zerlegt und getestet. So wurde z.B. eine kleinere 3D-Surroundinstallation ohne Interaktion entwickelt, um die Funktionsprinzipien und resultierenden Klangergebnisse zu testen. Für das Tracking wurden mit der Xbox-Kinect-Kamera verschiedene Versuche zwecks Aufnahmewinkel, Abstand zu den BesucherInnen und der Grundfunktionalität durchgeführt. Für die DMX-Lichtsteuerung wurden in MaxMSP Jitter ein eigenes Recordingprogramm und Dateiformat entwickelt.

Die Ausstellungsfläche der europäischen Version von „R(ae)umlich“ beträgt etwa  $4 \times 8$  Meter. Auf der Bodenebene wurden dabei sechs Lautsprecher verteilt. An der Decke wurden auf der Mittelachse vier Lautsprecher angebracht. Die acht LED-Strahler wurden an einer Wand etwa auf Kopfhöhe montiert. Die Kamera wurde an der den Scheinwerfern gegenüber liegenden Wand auf einer Höhe von ca. 2,30 Meter mit einem Winkel von ca. 30 Grad zur Waagerechten installiert. Damit konnte beinahe der komplette Bodenbereich der Installation überwacht werden.

## 4.3 *Funktion*

Auf dem zentralen Rechner laufen die einzelnen technischen Elemente zusammen. Die Xbox-Kinect-Kamera verfügt grundsätzlich über eine RGB-Kamera, ein 3D-Mikrofon/Array und einen Tiefensensor (vgl. Seppke 2013). Für „R(ae)umlich“ wurden die Daten des Tiefensensors ausgewertet, welcher bei einer Auflösung von  $640 \times 480$  eine Tiefeninformation von 11 Bit je Pixel liefert. In der Processing-Applikation werden dieses Tiefenbild verarbeitet und die Besucherbewegungen analysiert. Dazu wurden für die Installation neun virtuelle quaderförmige Bounding-Boxen im Raum definiert. Bewegt sich nun ein/eine BesucherIn zu einem gewissen Prozentsatz in einer dieser virtuellen Boxen, meldet Processing an MaxMSP per UDP-Protokoll den jeweiligen Bereich im Raum als betreten. Die Anzahl der veränderten Pixel (bis ein Bereich als betreten gilt), wird als Threshold bezeichnet und muss in der Applikation definiert werden. Wird dieser Threshold wiederum unterschritten, wird der Bereich als leer gemeldet. Beim Betreten eines Bereiches erzeugt MaxMSP ein auditives und visuelles Feedback.

Es wird immer – auch wenn die Ausstellungsfläche von Niemandem betreten wird – ein Wagner-Grundsound und eine Grundbeleuchtung abge-

spielt. Betritt eine Person eine der neun Bounding-Boxen, wird der jeweilige Sound innerhalb von 200 ms eingefadet und die jeweilige Lichtstimmung getriggert. Beim Verlassen des betreffenden Bereiches wird der Sound wieder ausgefadet und zur entsprechenden Lichtstimmung gewechselt. Wird keine Zustandsänderung registriert, wechselt das System nach 40 Sekunden in den Grundmodus.

#### *Spatialisierung*

Zur Umsetzung der dreidimensionalen Bewegung der Phantomschallquellen im Raum kommt die Methode der vektorbasierten Amplitudensteuerung (vgl. Pulkki 1997) zum Einsatz. Diese Methode basiert hauptsächlich auf dem Prinzip der interauralen Pegeldifferenzen. Das entsprechende MaxMSP-Objekt erlaubt dabei eine freie Positionierung der Lautsprecher um den gewünschten Sweetspot herum. Dies ist von größerer Bedeutung im Hinblick auf unterschiedliche Ausstellungsorte, da die Lautsprecher nicht immer exakt gleich in verschiedenen Ausstellungsräumen platziert werden können. Sind die Lautsprecher dem Ausstellungsraum entsprechend platziert, werden die Positionen softwareseitig anhand von zwei Winkelangaben (Azimut und Elevation) eingegeben und somit definiert. Die abzuspielenden Mono-Sound-Files erhalten ebenfalls zwei Winkelangaben, die in der Applikation zum Errechnen der gewünschten Position der Phantomschallquelle dienen. Durch eine stetige Veränderung dieser Werte kann eine bewegte Phantomschallquelle erzeugt werden.

#### *Lichtsteuerung*

Für die europäische Variante von „R(ae)umlich“ wurde die Lichtsteuerung von einer proprietären Lösung zu einer DMX-Lichtsteuerung umgestellt. Das DMX-Protokoll ist ein Industriestandard, der für Lichttechnikanwendungen in der Veranstaltungsbranche verwendet wird und die Steuerung von Dimmern, Movingheads, Stroboskopen und anderen Geräten ermöglicht. Für „R(ae)umlich“ wurden acht RGB-LED-Scheinwerfer verwendet. In der MaxMSP-Applikation werden zur Lichtsteuerung MIDI-Signale erzeugt und über ein MIDI-to-DMX-Interface an die Scheinwerfer geleitet. Durch die Verwendung von MIDI reduzierte sich die Farbauflösung pro Kanal von 8 auf 7 Bit.

#### *Modifizierbarkeit*

Um die Installation klanglich und von der Lichterscheinung her rasch an die jeweiligen Räumlichkeiten anpassen zu können, wurde die MaxMSP-Applikation so entwickelt, dass eine schnelle Veränderung der Steuerparame-

ter für Licht und Klang möglich ist. Dadurch kann der konkrete Ablauf des Steuerprogramms auch bei Bedarf einfach und schnell erweitert werden. Abbildung 1 zeigt die Elemente der Entwicklung und ihre Vernetzung.

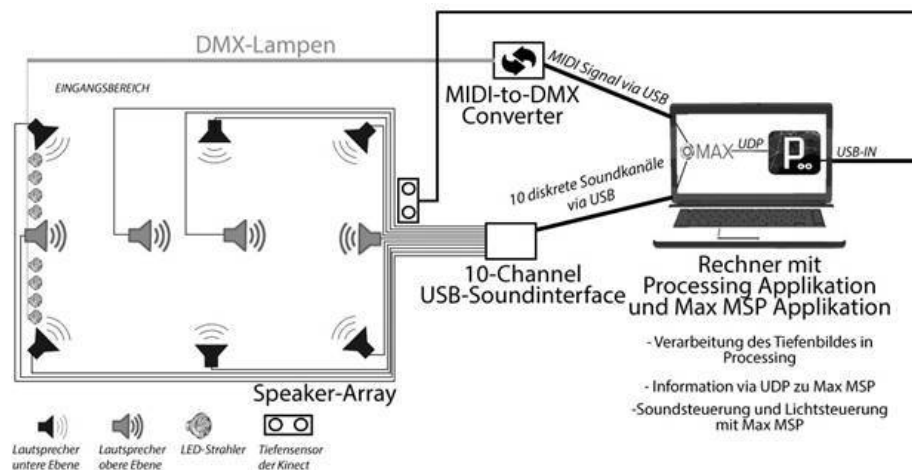


Abb. 1 Signalfluss der europäischen Version der Installation „R(ae)umlich“

## 5 Ergebnisse

Die Installation wurde im Rahmen des in Sydney beheimateten vivid Festivals (light, music and ideas) im Conservatorium of Music Sydney vom 22.5. bis 10.6.2013 (s. Abb. 2 und 3) ausgestellt.<sup>5</sup> Am Eröffnungstag kamen ca. 200 BesucherInnen. Entsprechend der Wahrnehmung der anwesenden Autoren hatten die BesucherInnen sichtlich Spaß, sich durch die Installation zu bewegen und durch die Bewegungen die Klänge zu „dirigieren“. Im Gespräch mit BesucherInnen zeigte sich, dass es für viele eine komplett neue Erfahrung war, Musik in einer interaktiven Klanginstallation zu erleben und diese auch durch eigenes Herumgehen beeinflussen zu können. Die eher betagten Besucher der Wagner Society Sydney zeigten sich beeindruckt, da sie wagnersche Klänge nur von Instrumenten gespielt oder von Aufnahmen erklingend kannten. Erfreute Kommentare von BesucherInnen gab es, wenn etwa die Melodie der Rheingold Ouvertüre erkannt wurde, manche gratulierten sogar zur innovativen Umsetzung des Stückes. Ebenfalls wurden Anfragen zur Umsetzung der Installation im privaten Bereich gestellt.

<sup>5</sup> <http://www.vivid Sydney.com/> <2013-07-05>

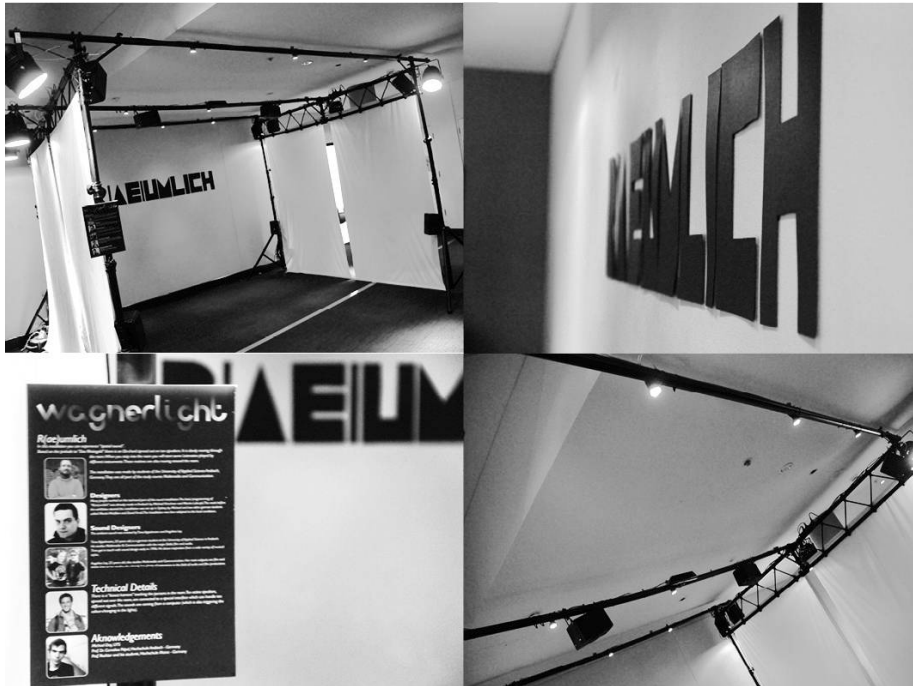


Abb. 2 Die australische Variante der Installation „R(ae)umlich“ aus vier verschiedenen Blickwinkeln

In den Folgetagen der Eröffnung waren immer wieder StudentInnen des Musik-Konservatoriums zu beobachten, die sich neugierig in die Installation begaben und die neun interaktiven Bounding-Boxen und ihre Funktion erkundeten. Es kann spekuliert werden, dass es für manche der Studierenden vermutlich eine neue Erfahrung war, Klang dreidimensional zu erleben und dadurch von wagnerschen Klängen „eingehüllt“ zu sein. Einige Studenten interessierten sich dann auch für die technischen Hintergründe. Generell kann man sagen, dass das an die Autoren herangetragene Feedback auf die Erfahrung und Erkundung dieser begehr- und erforschbaren interaktiven Installation überwiegend positiv war.

Vom 5.7 bis 27.10.2013 war die Installation im Bachhaus Eisenach<sup>6</sup> zu hören und zu sehen und im November 2013 wird sie im Opernhaus in Melbourne ausgestellt.

<sup>6</sup> <http://www.bachhaus.de/> <2013-07-05>





Abb. 3  
Ausstellungsbesucher in der australischen Variante der Installation „R(ae)umlich“

## 6 Diskussion

Im Hinblick auf die weiter oben beschriebenen Ziele kann die Frage gestellt werden, ob „R(ae)umlich“ nun wirklich eine adäquate Verbindung zwischen der Musik Richard Wagners und der eingesetzten modernen Technik darstellt. Ist es angebracht, musikalische Elemente der Oper Rheingold in ein dreidimensionales Raumklangsystem mit unterstützendem Licht und interaktiver Steuerung einzubinden?

Die BesucherInnen, die von den Autoren befragt wurden, waren der Meinung, in der Installation neue Erfahrungen gemacht zu haben, und zeigten sich angetan von Idee und Ausführung. Dabei stellte sich nicht die Frage, welcher Altersklasse die Rezipienten angehörten. Sowohl betagtere Wagner-LiebhaberInnen als auch sehr junge BesucherInnen hatten in der Wahrnehmung der Autoren Spaß daran, den bewegten Klängen zu lauschen und die Lichtstimmung zu betrachten.

Entsprechend der Auffassung des Erstautors, der sich die Frage stellte, ob eine reine Klanginstallation eine ähnliche Wirkung auf die BesucherInnen ausüben könnte, war gerade das Zusammenspiel zwischen sich bewegenden akustischen Ereignissen und den darauf abgestimmten, sich verändernden

Lichtszenarien ein wesentlicher Reiz an diesem Objekt. Vermutlich hätte eine ausschließlich akustische Installation den Vorzug, dass der Musik und den Geräuschen mehr Aufmerksamkeit zukommen würde, so der Erstautor, jedoch waren für ein Objekt, das in der Ausstellung „Wagnerlicht“ präsentiert wurde, die visuellen Besonderheiten essenziell.

Alle Autoren hatten ähnliche Wahrnehmungsergebnisse bezüglich einer Steigerung der Lebendigkeit der Klänge durch deren Bewegungen im dreidimensionalen Raum. In der gemeinsamen Betrachtung der Ergebnisse kam die Frage auf, wie viel Beachtung der vertikalen Bewegungsrichtung der Klangereignisse zufallen sollte. Dabei wurde schnell deutlich, dass sich „R(ae)umlich“ genau durch diese Besonderheit von diversen bestehenden Klanginstallationen unterscheidet. Zweidimensional veränderliche Phantom-schallquellen sind vielen Rezipienten durch die schon lange in der Unterhaltungstechnik verwendete Formate „Stereo“ und „Surround 5.1“ bekannt. Die Verwendung von Lautsprechern, die außerhalb dieser zweidimensionalen Ausrichtung angebracht sind, stellen eher eine Besonderheit dar und ermöglichen eine besondere Art von Klangerfahrungen.

## 7 Ausblick

Um das Erlebnis noch exklusiver zu gestalten, kann die Installation um eine Vielzahl von Funktionen erweitert werden. So kann zum Beispiel ein Echtzeit-3D-Panning entworfen werden, welches dem Besucher erlaubt, die erzeugten Töne mit Gesten durch den Raum zu bewegen. Ein aktivierter Klang könnte beispielsweise mit der Hand der Person verknüpft werden und sich solange mit dieser mitbewegen, bis eine Geste ausgeführt wird, die einem Wurf gleicht. Dadurch hätten BesucherInnen die Möglichkeit, die Klänge selbst im Raum anzuordnen, verschieden zu kombinieren und sich dann im Raum zu bewegen und aus unterschiedlichen Positionen zu hören.

Eine denkbare Ergänzung zur Steuerung des Lichts ist die Verwendung der erzeugten DMX-Signale als Steuerwerte für Helligkeit, Lichtfarbe oder verschiedener Effekte von Scheinwerfern in Echtzeit. Kopfbewegte Scheinwerfer könnten durch die Verknüpfung von Klängen als Visualisierung dienen und so ein Spielen mit der Anordnung noch interessanter gestalten.

Durch den Einsatz sehr vieler Scheinwerfer mit der Möglichkeit, verschiedene Farben zu erzeugen, könnten jedem Klang bestimmte Farben zugeordnet werden, die sich mit dem Klang durch den Raum bewegen.

Auch die Raumgröße und damit verbundene Variationen an Soundscapes könnte anhand der Installation von mehreren Kinect-Kameras erweitert wer-

den. Durch das Anbringen von vier Sensoren ließe sich der Raum auf die Größe von etwa 64 Quadratmetern erweitern und somit ein noch viel abwechslungsreicheres Angebot an Variation erzeugen. Auch die Soundsets ließen sich je nach Bedarf austauschen, womit sich „R(ae)umlich“ jederzeit auf die individuellen Anforderungen des jeweiligen Einsatzgebietes anpassen ließe.

## **Literaturverzeichnis**

- Borenstein, G. (2012): *Making Things See: 3D vision with Kinect, Processing, Arduino, and MakerBot*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Churnside, A.; Pike, C.; Leonard, M. (2011): Musical Movements – Gesture Based Audio Interfaces. In: *131st Audio Engineering Society Convention 2011* (New York, 20.–23. Okt. 2011). Paper Number: 8496. Red Hook, NY: Curran, Bd. 1, S. 193–202.
- de la Motte-Haber, H. (2002) Raumkompositionen und Klanginstallationen. In: Institut für neue Musik und Musikerziehung Darmstadt (Hrsg.): *Konzert – Klangkunst – Computer*. Mainz u.a.: Schott, S. 36–45.
- Geiger, C.; Pogscheba, P. (2011). Alternative Nutzung von Microsofts Kinect-Sensor. In: *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik* (3), 114–117.
- Paine, G. (2007): Playing and Hearing Sonic Environments. In: R. Bandt, M. Duffy, & D. MacKinnon (Hrsg.): *Hearing Places: Sound, Place, Time and Culture*. Newcastle: Cambridge Scholars Press, S. 348–368.
- Pulkki, V. (1997): Virtual Source Positioning Using Vector Base Amplitude Panning. In: *J. Audio Eng. Soc.* 45 (6), 456–466.
- Rintelen, H.; Parthen, G. (2013): Wellenraum – Beschreibung und Konzept: <http://www.wellenraum.de/media/konzept.pdf> <2013-12-07>.
- Seppke, B. (2013): Microsoft Kinect – Überblick: <http://kogs-www.informatik.uni-hamburg.de/~seppke/content/sose11/KinectNotes.pdf> <2013-09-26>.