

Im Rahmen des Festivals ZeitRäume Basel 2017 fand eine Zusammenarbeit zwischen einer Klasse für Architektur und meiner Kompositionsklasse an der Musik Akademie Basel statt. Angeregt durch das Nachdenken über Klang und Raum, Akustik und Bewegung sowie über weitere Fragen im Spannungsfeld zwischen Architektur und Musik haben wir beschlossen, der eigentlichen Arbeitsphase ein umfangreiches Recherche- und Selbstbauprojekt über alternative Lautsprecherformen vorzulagern. Dazu gehörte die Arbeit mit Transducern, die, statt über eine eigene Membran zu verfügen, jeglichen Resonator zum Schwingen bringen können und die Arbeit mit präparierten beziehungsweise präparierbaren Lautsprechern, z.B. posaunenartigen Lautsprechern mit Wah-Wah-Dämpfern, bei denen der Klang beim Abspielen von einem Interpreten moduliert werden kann.

Der Hauptteil dieses Vorbereitungsprojektes war aber die Konstruktion und der Bau verschiedener omnidirektionaler Lautsprecher auf der Basis von platonischen Körpern. Diese sollten im Gegensatz zu anderen Lautsprechersystemen Klang nach allen Richtungen abstrahlen, auch nach hinten. Dadurch kann erreicht werden, dass das Abstrahlverhalten einer physischen Klangquelle (z.B. eines Instrumentes) mit samt der Reflektionen im Raum realistisch angenähert werden kann. Solche Rundumstrahler bestehen aus mehreren Lautsprechermembranen, die gleichmäßig auf der Oberfläche einer virtuellen Kugel angeordnet sind. Alle fünf platonischen Körper Tetraeder, Hexaeder (Würfel), Oktaeder, Dodekaeder und Ikosaeder können durch ihre vollständige Symmetrie als eine vereinfachte Darstellung einer Kugel angesehen werden. Dadurch, dass Lautsprechermembrane in den Zentren aller Flächen eines platonischen Körpers platziert sind, ergibt sich eine Anordnung der Membrane, die einer Anordnung auf der Oberfläche einer Kugel entspricht. Je mehr Flächen der platonische Körper hat (Tetraeder: 4, Hexaeder: 6, Oktaeder: 8, Dodekaeder: 12, Ikosaeder: 20), desto feiner und damit genauer ist die räumliche Auflösung des Klanges.

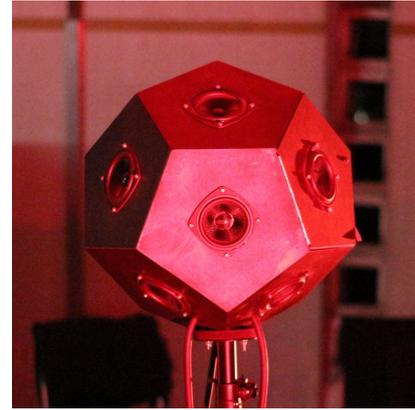
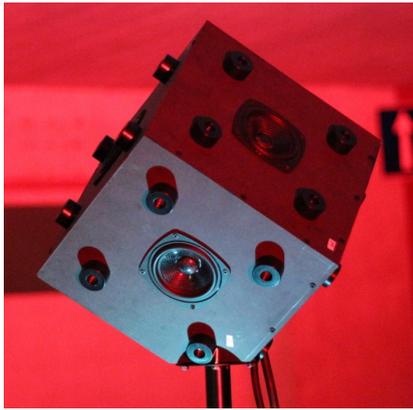
Ein Hauptunterschied zur Klangprojektion von konventionellen Lautsprechern kann also folgendermaßen beschrieben werden: Normalerweise wird Klang durch ein differenziertes unter Umständen mehrkanaliges Lautsprechersystem auf den Hörer hin zugespielt. Dies wird schon während der Aufnahme mitbedacht, es wird vor allem der Klang aufgenommen, der nach vorne in Richtung eines virtuellen Hörers abstrahlt. Beim omnidirektionalen Lautsprecher der oben beschriebenen Art aber steht nicht der Hörer im Zentrum, sondern der Lautsprecher selbst. Vorausgesetzt, schon während der Aufnahme wurden gewisse Regeln beachtet (siehe unten), strahlt nun ein Klang in den Raum, der nach allen Seiten in vergleichbarer Qualität die ursprünglichen Eigenschaften des aufgenommenen Objektes oder Instrumentes wiedergibt. Es gibt keinen sweetspot mehr, also keinen optimalen Platz eines Hörers, der sich nun ohne weiteres auch um das Objekt herum bewegen kann, ohne dass der Klang an Präsenz einbüßt. Zunächst haben wir die Komponenten für die Lautsprecher ausgewählt. MDF-Platten (Holzverbundmaterial) sind sehr geeignet für den Bau des Chassis, weil sie bei wenig Eigenresonanz sehr stabil und gut zu verarbeiten sind. Schwieriger war die Wahl der Lautsprechermembrane. Es mussten full range Lautsprecher mit einer relativ kleinen Membran sein (sonst wäre das Objekt insgesamt zu groß und zu schwer). Da sich die Transducer der amerikanischen Firma Dayton Audio in unseren früheren Tests als hochwertig und zuverlässig erwiesen haben, haben wir verschiedene Membrantypen dieser Firma in kleine Testboxen eingebaut und klanglich gegeneinander verglichen. Uns hat eine 4,5 Zoll Membran aus Karbon mit 40 Watt Leistung bei 4 Ohm besonders überzeugt. Diese war zwar in Europa nicht zu bekommen, aber ein Importeur hat uns dann eine für unsere weitere Arbeit ausreichende Anzahl nach Basel geschickt. Frequenzweichen benötigten wir nicht, als Verstärker verwenden wir entweder kleine class-D Verstärker von Dayton Audio oder – besonders für die Klangwürfel - zwei englische Rotel 6-Kanal Verstärker aus den 90er Jahren, ohne Lüftung und mit guten klanglichen Eigenschaften.

Wir haben drei Typen dieser Lautsprecher gebaut:

Zuerst einen Tetraeder als einfachstes Objekt, vor allem auch, um Tests für die komplexeren Lautsprecher durchführen zu können.

Dann zwei 6-kanalige Klangwürfel (Hexaeder) und einen 12-kanaligen Dodekaeder. Ich selbst habe mich entschieden, vor allem mit den Klangwürfeln weiter zu arbeiten, da bereits hier die

positiven Eigenschaften eines platonischen Lautsprecherkörpers voll zu Tragen kommen und da bei ihnen die Kette: Aufnahme, Transport- und Aufbau-logistik, Wiedergabe noch praktisch gut beherrschbar ist.



Einer der zwei Klangwürfel und der Dodekaeder im ZeitRäume Festival

Ich kann nun nach den ersten Konzertereindrücken sagen, dass es sich tatsächlich um ein im Kern neues Wahrnehmen von Lautsprecherklang handelt. Der Klang ist zwar nicht notwendigerweise leise, aber er ist sehr intim. Wahrscheinlich durch die getreue Wiedergabe auch des rückwärtigen Schalls entsteht ein überragend plastischer Eindruck vom aufgenommenen Objekt. Durch diese Körperlichkeit, die noch verstärkt wird, wenn das aufgenommene Objekt während der Aufnahme bewegt wurde, kann der Klangwürfel zu einem ebenbürtigen Partner von Live-Instrumenten in einer kammermusikalischen Situation sein, ohne dass es nötig ist, dass diese Instrumente selbst verstärkt werden. Dort sehe ich persönlich insgesamt das größte Potential der Verwendung von einem oder auch zwei Klangwürfeln, ein anderes wäre natürlich in einer installativen Verwendung zu sehen, bei der sich Publikum um die Klangwürfel herum bewegen kann. Mir gefällt auch der Gedanke, dass zwischen Aufnahme und Wiedergabe das Signal den direktesten Weg mit möglichst wenig Umwandlung und Bearbeitung nimmt. Eine Lautsprechermembran gibt genau wieder, was das entsprechende Mikrofon aus der entsprechenden Richtung aufgenommen hat.

### Eine adäquate Aufnahme für einen omnidirektionalen Lautsprecher

Mikrofonanordnung:

Das natürlichste Setup für eine Aufnahme ist es, zugeordnet zu jeder Membran ein eigenes Mikrofon so zu verwenden, dass es genau in der Ausrichtung der Membran nach Innen auf den Mittelpunkt zeigt. Alle Mikrofone sollten identisch sein. Idealerweise befinden sich die Aufnahmekapseln genau auf der Position der Membranen (so entsprechen die Richtungen und auch die Phasen aller Einzelaufnahmen genau dem Wiedergabesetup). Der Raum zwischen den Mikrofonen ist dann allerdings sehr klein.



Sebastian Meyer bei einer 4-Kanal Testaufnahme (Tetraeder), Juni 2017

Modifikation:

Die Kapseln können soweit auseinandergesogen werden, dass die Klangquelle zwischen die Mikrofone passt. Dabei sollen alle Mikrofone gleichmäßig vom Mittelpunkt entfernt werden, ohne dass die Richtungen verändert werden.

Es ist zu erforschen, bis zu welcher Vergrößerung des platonischen Körpers die Zuordnung der Mikrofone zu den Membranen noch realistisch bleibt (ohne dass z.B. Phasenprobleme das Klangbild stören) und welche Mikrofoncharakteristika (Kugel, Niere) welche Ergebnisse erzeugen.

Die konkrete Ausrichtung der sechs Mikrofone bei einer Aufnahme für den Klangwürfel

1

Die drei Bodenmikros in einem gleichseitigen Dreieck Länge 1 (Referenz) aufstellen, in einem Winkel von ca. 45 Grad nach oben/innen ausrichten

2

Auf dem Boden das Dreieck zu einem regelmäßigen Sechseck ergänzen

(auf der Mitte der Verbindung zwischen den Dreiecks-Punkten rechtwinklig eine Länge  $\frac{1}{4}$  abtragen).

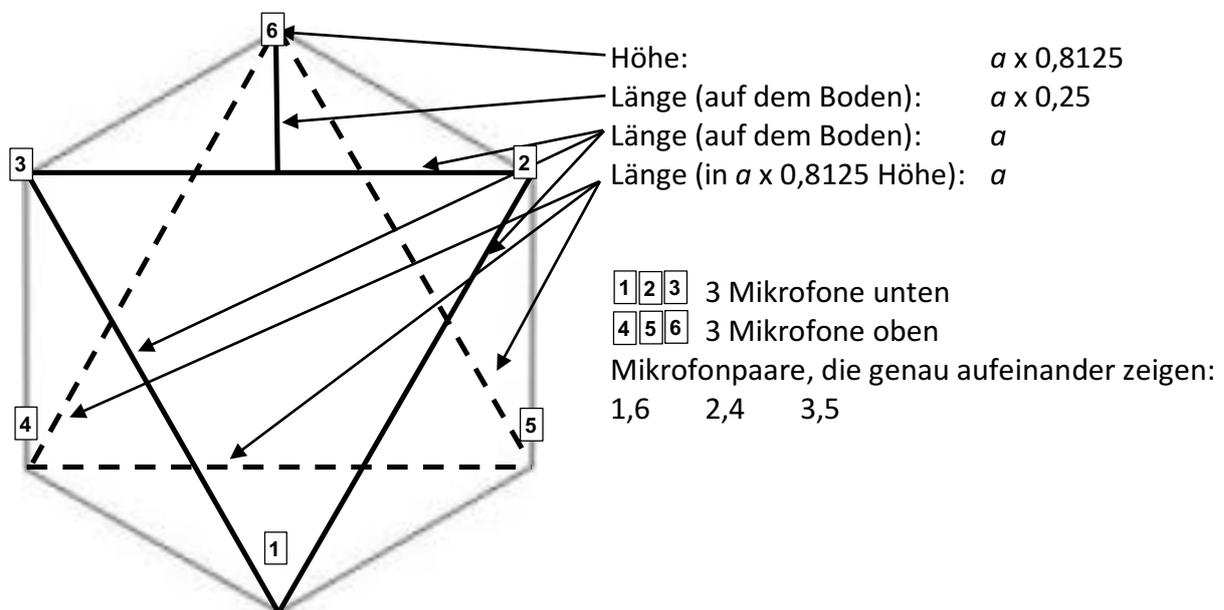
3

über den drei neuen Punkten des Sechsecks in der Höhe  $\frac{13}{16}$  (0,8125, kann durch ein Senkblei mit gemessener Schnur durchgeführt werden) die oberen drei Mikros positionieren (in einem Winkel ca. von 45 Grad nach unten/innen ausgerichtet)

4

jeweils zwei Mikrofone so ausrichten, dass sie genau aufeinander zeigen.

Blick von oben auf die Mikrofonaufstellung für eine 6-Kanal-Würfel-Aufnahme



## Weitere Anwendungen

Die Aufstellung mehrerer omnidirektionaler Lautsprecher in einem Raum (naheliegen ist die Verwendung der zwei Klangwürfel) ermöglicht die Realisation eines räumlichen Kontrapunktes.

Auch die erneute Stereo-Aufnahme einer mehrkanaligen Rundumstrahler-Wiedergabe gibt noch einiges von der räumlichen Qualität des Objekts wieder. Dabei ist zu beachten, dass die Akustik des Wiedergaberaumes auch den Rückschall zu den Mikrofonen zurück reflektiert; die Akustik des Raums sollte also wahrscheinlich nicht zu trocken sein.

Mithilfe einer eigens für die Rundumstrahler erstellten Software können sich die mehrkanalig aufgenommenen Klänge auf dem Lautsprecher bewegen, bzw. auf andere Weisen konfigurierte Aufnahmen den einzelnen Membranen der Punktstrahler sinnvoll zugeordnet werden.