

WERKE DES ZKM | HERTZ-LABOR FÜR DIE OPEN CODES- AUSSTELLUNG

```
es $Permissions: array(email) $Token():  
$ SESSION  
catch(Facebook) catch(FacebookR  
$json = file  
default graph version => v2.2.  
ph version => v2.2.  
elper = $fb->getRedirectLoginHelper():  
exit session_start() => NULL:  
t(S SESSION[facebook access token])  
Edge as $status) {  
sponse->getGraphEdge():  
$appSecret = InsertApps  
loginUrl = $facebook->getLoginU  
token = SESSION[facebook access  
if($json) { else($->likes)  
try { if($user) {  
try {  
if the user is authent
```



- 002 **Notation. Prozess. Musik.**
2017, Mehrkanal-Videoinstallation und interaktive Live-Coding-Station
- 005 **CodeChain**
2017, Interaktive Klanginstallation, App, Tablet-PC
- 006 **LindenmayerExplorer**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Bildschirm, Maus
- 007 **MarkowKetten Explorer**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Bildschirm, Maus
- 008 **CellularAutomataExplorer**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Bildschirm, Maus
- 009 **MusiCode**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Maus, Bildschirm
- 010 **Pattern Machine**
2004, Interaktive Klanginstallation
- 011 **Random Machine**
2004, Interaktive Klanginstallation
- 012 **Rotating Scores**
2016, Interaktive Klanginstallation
- 013 **... wie der Computer Musik macht**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Bildschirm, Maus, Kopfhörer
- 014 **Add_Synth**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Software, Bildschirm, Mausbedienung, Kopfhörer
- 015 **FM_Synth**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Bildschirm, Maus, Kopfhörer
- 016 **Guido's Code #A**
2018, Abspielgerät, Kopfhörer oder Lautsprecher
- 017 **Guido's Code #B**
2018, Rechner, Bildschirm, Maus, Kopfhörer
- 018 **algoRhythm Machine**
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Bildschirm, Maus, Kopfhörer
- 019 **Monocause. Dialectics of the Post-Truth Era**
2017, Interaktive Klanginstallation, iOS-App
- 020 **Sacrophonie**
2017, Interaktive Klanginstallation
- 021 **SoundARt IDEAMA**
2012, Interaktive Augmented-Reality-Installation, AR Audio-Datenbankbrowser für iPad
- 022 **SynSeeThis**
2013, iOS App für iPad
- 023 **VRMe**
2017, Interaktive Installation für VR-Brille
- 024 **CloudBrowsing: Open Codes**
2009/2017, Interaktive Installation für den PanoramaScreen
- 026 **Bibliotheca Digitalis: Drei Phasen der Digitalisierung**
2017, Interaktive Installation mit polarisiertem Licht und Augmented-Reality-Technik
- 028 **YOU:R:CODE**
2017, Interaktive Installation mit Mehrkanalprojektion
- 030 **oh cet echo**
2012, Klanginstallation
- 031 **Monochord**
2012, Interaktive audiovisuelle Installation für Computer und Bildschirm
- 032 **Sonorama – Karlsruhe**
2017, Klanginstallation
- 033 **Rhythm of Shapes**
2016, interaktive Klanginstallation
- 034 **Tether**
2018, Interaktive Soundinstallation, Bälle, Bungeeseile, Tiefensensor, Computer, Individualsoftware
- 035 **Genealogie des digitalen Codes**
2017, Installation

Das Hertz-Labor operiert als transdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsplattform an der Schnittstelle der medialen Künste, Technologie, Wissenschaft und Gesellschaft.

Das neu etablierte Hertz-Labor vereinigt das Institut für Bildmedien und das Institut für Musik und Akustik, um die bisherigen Handlungsfelder in engem transdisziplinären Austausch mit internationalen Instituten und Forschungsstellen zu erweitern und die künstlerisch-medialen Ausdrucks- und Gestaltungsmöglichkeiten im Zeitalter des rapide beschleunigten technologischen Fortschritts und der Digitalisierung zu erforschen.

Schwerpunkttätigkeiten des Hertz-Labors sind sowohl die künstlerische Produktion als auch die medientechnologische Forschung. Am Labor werden zeitgenössische künstlerisch-wissenschaftliche Konzepte – zum Beispiel erweiterte Realität in AR- und VR-Anwendungen, Künstliche Intelligenz, Immersivität oder sensorengestützte Umgebungen sowie Erforschung künstlerischer Optionen im elektromagnetischen Feld – sowohl medien- als auch gattungsübergreifend reflektiert, auf künstlerische Anwendbarkeit hin überprüft und in Produktionen realisiert.

Der Titel des Hertz-Labors ist dem Wissenschaftler Heinrich Hertz gewidmet, der an der Universität Karlsruhe im Jahr 1886 in seinen berühmten Funken-Experimenten die Existenz der elektromagnetischen Wellen nachgewiesen hat. Er gilt als Begründer der Funktechnologie, der drahtlosen Übertragung von Informationen – und ist damit Vorbild für das Innovationszentrum innerhalb des ZKM, das Hertz-Labor.

Erstmals wird das Hertz-Labor in der Ausstellung *Open Codes* sichtbar. Unter dem neuen Label haben KünstlerInnen und WissenschaftlerInnen des ZKM Werke für die Ausstellung geschaffen, die die digitale Entwicklung in den Blick nehmen und kritisch hinterfragen.

Ludger Brümmer, Peter Weibel

Notation. Prozess. Musik.

2017, Mehrkanal-Videoinstallation
und interaktive Live-Coding-
Station

Patrick Borgeat

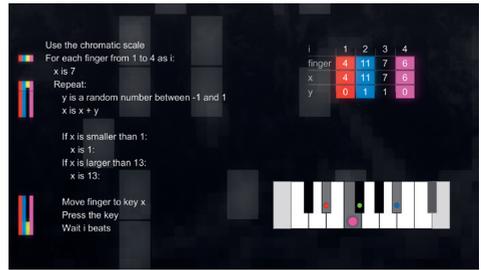
*1985 in Öhringen (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Yannick Hofmann

*1988 in Offenbach am Main (DE),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)



Screenshot © Patrick Borgeat

„Normalerweise sind Noten Punkte und Linien auf der zweidimensionalen Fläche eines Papiers. Die Notation der Tonfolgen besteht aus Zeichen auf einer Fläche. Dennoch werden diese Noten als eine zeitliche Sequenz, eine zeitliche Reihenfolge interpretiert. Deswegen gilt Musik als Mutter aller zeitbasierten Künste.“¹

Dieser Raum zeigt den Übergang von der klassischen zur digitalen Notation. Auf einem Bildschirm sieht man die Notation von Beethovens Komposition *Ode an die Freude* (nach einem Text von Friedrich Schiller). Die Besucher können mithilfe eines Reglers die Musik, die sie über Kopfhörer verfolgen auch grafisch verfolgen.

Klassische Notation, Noten auf zweidimensionalem Papier, sind der Code der gelernt werden muss. Dieser Code ist eine Anweisung für die musizierenden Interpreten, die durch jahrelange Übung lernen, wie dieser Code auszuführen ist. In den 1950er-Jahren begann in der Musik eine neue Richtung, die sich grafische Notation nannte: Abstrakte Zeichnungen, die von den MusikerInnen frei interpretiert werden konnten. Dies war ein heroischer Versuch, für eine gewisse Zeit in Mode, bald jedoch fallen gelassen, da erstens die Musikszene nicht verstand, worum es ging, und zweitens die notwendigen Technologien noch nicht vorhanden waren.

Heute, nach vielen Experimenten, beispielsweise *UPIC* (1977) von Iannis Xenakis, wissen wir: Die grafische Notation war der Beginn der grafischen Benutzeroberfläche. Jede Zeichnung kann durch einen Scansvorgang als Quelle für den Computer, d.h. für Musik, abgebildet und interpretiert werden.



Live-Coding-Performance von Benoît and the Mandelbrots, Foto © Patrick Borgeat, Foto: Daniel Bollinger

Heute haben wir einen Touchscreen anstatt Papiernotation. Jeder, der den Bildschirm berührt und dabei bestimmten Anweisungen und Regeln folgt, kann durch die Berührung Musik erzeugen. Der Touchscreen ist die Notation und gleichzeitig das Instrument im Verbund mit einem Computer. Es ist wichtig, zur Kenntnis zu nehmen, dass die grafische Benutzeroberfläche als Partitur nicht nur eine Anweisung, sondern zugleich auch die Ausführung der Anweisung ist. Die NutzerIn wird gleichzeitig zur KomponistIn und MusikerIn, indem sie algorithmischen Programmen folgt.

Live Coding ist genau das: Auf offener Bühne wird programmiert und der Code auf eine Leinwand projiziert. Dieser Code wird in ein und demselben Moment geschrieben, ausgeführt und als Musik hörbar gemacht, denn der Computer realisiert den programmierten Code in Echtzeit als Musik.

Bei der algorithmischen Komposition verfassen die Komponierenden nicht direkt eine Partitur, sondern beschreiben einen Prozess, dessen Ergebnis unmittelbar hörbar gemacht werden kann. Dabei kann auch eine musikalische Notation als Zwischenstufe entstehen, die dann wiederum von MusikerInnen interpretiert wird. Das klangliche Resultat einer algorithmischen Komposition kann jedes Mal identisch oder aber auch völlig unterschiedlich ausfallen, wird es durch zufällige Entscheidungen oder Eingriffe der KünstlerInnen in den laufenden Prozess oder durch sich ändernde externe Faktoren beeinflusst. Zudem kann sich die Musik durch Wiederholungen oder Sprünge in der Prozessbeschreibung zeitlich bis ins Unendliche ausdehnen. Das geeignete Instrument zum Umsetzen der Algorithmen ist der Computer. Als Schritt-

für-Schritt-Anleitung verstanden, können die Befehlsfolgen jedoch auch von Menschen wie Kochrezepte abgearbeitet werden. Durch geschicktes Gestalten der Algorithmen können schon durch wenige Anweisungen klanglich hochkomplexe Strukturen entstehen, die beim Erdenken der algorithmischen Komposition oftmals noch gar nicht abzusehen gewesen wären.

Diese Idee wird beim Live-Coding konsequent weitergeführt, wobei hier der Kompositionsprozess auf die Bühne gebracht wird. Die Algorithmen werden in Form von Quelltext live und häufig improvisatorisch geschrieben und ausgeführt. Die live Programmierenden treten dabei in einen Dialog sowohl mit dem Publikum als auch mit dem laufenden Prozess. Live-Coding darf nicht als musikalisches Genre, sondern muss als musikalische Aufführungspraxis verstanden werden. Das musikalische Resultat bestimmen die Programmierenden. Es kann die verschiedensten Genres touchieren, von abstrakter Noisemusik über Jazz bis hin zu elektronischer Tanzmusik, die unter dem Begriff Algorave derzeit großen Anklang findet. Die Grundidee des Live-Codings ist jedoch nicht nur auf das rein Auditive beschränkt – auch Visuals sind ein beliebtes Medium für Live-Coding.

Für *Notation. Prozess. Musik.* wird in der Ausstellung *Open Codes* an zwei einander gegenüberliegenden Wänden mittels mehrkanaliger Video-präsentation ein konzeptueller Bogen gespannt von der klassischen Notation über die algorithmische Komposition hin zum prozesshaften Live-Coding vier internationaler KünstlerInnen (Alexandra Cárdenas, Juan A. Romero, Dorien Schampaert (Belisha Beacon), Andrew Sorensen). Außerdem können die AusstellungsbesucherInnen an einer interaktiven Station selbst erste Versuche im Live-Coding unternehmen. Sie lernen, dass die klassische Notation auf zweidimensionalem Papier nur eine Anweisung ist. Die digitale Notation, sei es die Verwendung einer grafischen Benutzeroberfläche oder Kodierung, ist Anweisung und Ausführung in ein und derselben Operation. Dies ist ein Beweis dafür, dass die pythagoreische Philosophie und G. W. Leibniz mit ihrer Hypothese, dass Musik eine arithmetische Übung ist, richtig liegen.

1 Peter Weibel, „Zelluläre und molekulare Musik – Zur Kluft zwischen zwei Tönen“, in: ders., *Enzyklopädie der Medien, Band 2, Musik und Medien*, Universität für angewandte Kunst Wien, ZKM | Karlsruhe, Hatje Cantz, Berlin, 2016, S. 383.

CodeChain

2017, Interaktive Klanginstallation,
App, Tablet-PC
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Elizabeth Pich

*1989 Friedberg (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)



Foto © ZKM | Karlsruhe

Miteinander verbundene Geräte ermöglichen verkettete Prozesse mit mehreren SpielerInnen. In *CodeChain* werden nach dem Prinzip des Spiels „Stille Post“ Klänge erzeugt, an MitspielerInnen versandt und von diesen weiter bearbeitet. Die beteiligten SpielerInnen können so einen Klang schrittweise und bis zur Unkenntlichkeit verändern.

Die Kette beginnt mit Rauschen, unterschiedlichen Oszillatoren, Frequenzmodulatoren, oder eigenen bzw. vorbereiteten Aufnahmen, die von einer Person durch Doppelklick ausgewählt werden. Der definierte Klang kann an ein im Pool befindliches Gerät versandt und dort mit Effekten versehen werden. Zur Verfügung stehen Hall, Verzögerung (Delay), Höhen- und Tiefenfilter, Granulierung und Verzerrer. Die Töne können zusätzlich mit einem Sequenzer zu einer Melodie geformt werden. Der entstehende Klang wird nun beliebig oft mit weiteren Effekten versehen, an die nächste Person gesandt. Alle MitspielerInnen verändern den Klang ein weiteres Mal. Die daraus entstehenden Klänge sind somit das Resultat eines gemeinsamen, teils zufälligen, teils gezielten Prozesses.

Sie können alle exportierten *CodeChain* Klänge im Netz unter codechain.zkm.de anhören.

LindenmayerExplorer

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Bildschirm, Maus
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Idee:

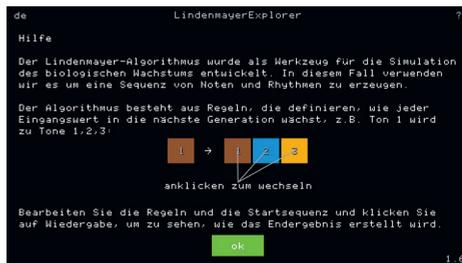
Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Programmierung, Interface-Design:

Dan Wilcox

*1981 in Orange (US), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)



Benutzerinterface des *LindenmayerExplorer*, Foto
© ZKM | Karlsruhe

Der *LindenmayerExplorer* ist ein Programm das Töne und Rhythmen generiert, indem es einen Lindenmayer-Algorithmus auf klingende Töne anwendet. Der Lindenmayer-Algorithmus wurde als Werkzeug zur Simulation biologischen Wachstums entwickelt. Bäume, Büsche und viele Pflanzen können damit künstlich erzeugt und dargestellt werden: Aus einem Baumstamm entwickeln sich beispielsweise drei Äste, aus jedem der Äste wieder drei oder zwei neue Äste usw. Der Algorithmus besteht aus mehreren Regeln wie $1 \geq 1,2$; $2 \geq 2,3$; $3 \geq 3,1$. Diese drei Regeln können nun auf eine Zahl angewandt werden, indem jedes mal wenn eine 1 erscheint, diese durch eine 1 und eine 2 ersetzt wird. Wenn eine 2 auftaucht, so wird diese durch eine 2 und 3 ersetzt und wenn eine 3 auftaucht wird sie durch 3 und 1 ersetzt.

1. Generation 1
2. Generation 1, 2
3. Generation 1, 2, 2, 3
4. Generation 1, 2, 2, 3, 2, 3, 3, 1 usw.

Mit Lindenmayer-Systemen können aber auch interessante Klangmuster entwickelt werden. Die BesucherInnen können die Muster selbst definieren und erleben, welche Tonfolgen sich daraus entwickeln, wenn sie angewandt werden.

MarkowKetten Explorer

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Bildschirm, Maus
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Idee:

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Programmierung, Interface-Design:

Benjamin Miller

*1986 in Paris (FR), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Sami Chibane

*1995 in Échirrolles (FR),
lebt und studiert in Grenoble (FR)

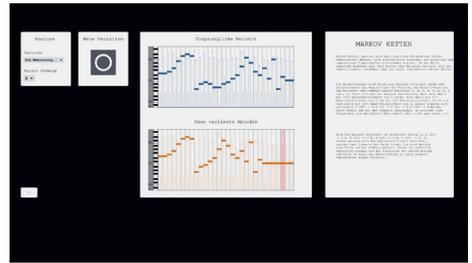


Foto © die Künstler

Markow-Ketten, benannt nach dem russischen Mathematiker Andrei Andrejewitsch Markow, sind stochastische Prozesse, die zufällige und regelbasiertere Eigenschaften miteinander verbinden. In der Musik angewandt bedeutet das, dass Muster oder Melodien, variiert bis zur Unkenntlichkeit, verändert oder gar exakt reproduziert werden können.

Ein Markow-Prozess wird durch eine Analyse initiiert. Nimmt man beispielsweise die Begleitfigur der klassischen Musik, den Alberti-Bass wie ihn Beethoven und Schubert häufig benutzten (mit der Tonfolge C, G, E, G, C, G, E, G usw.), so lässt sich bei der Analyse feststellen, dass nach dem C mit 100% Wahrscheinlichkeit ein G folgt, nach dem G mit 50% Wahrscheinlichkeit ein C sowie mit 50% Wahrscheinlichkeit ein E und nach dem E mit 100% Wahrscheinlichkeit ein G. Daraus ergeben sich die Regeln:

$$C \ 100\% \geq G \quad G \ 50\% \geq C \quad G \ 50\% \geq E \quad E \ 100\% \geq G$$

Werden diese Regeln vom Computer angewendet, so entsteht eine Klangfigur, die dem Alberti-Bass ähnelt aber nicht ganz exakt ist.

Mit einer Markow-Kette zweiter Ordnung wird die Analyse verfeinert, indem die Vergangenheit genauer beschrieben wird.

$$C, G \ 100\% \geq E \quad G, E \ 100\% \geq G \quad E, G \ 100\% \geq C \quad G, C \ 100\% \geq G$$

Diese ist wesentlich genauer als die Simulation der oberen Analyse und führt im Falle der Alberti-Bässe zu einer exakten Reproduktion dieser Struktur.

Im *MarkowKetten Explorer* können die BesucherInnen Melodien eingeben und diese durch eine Markow-Kette unterschiedlicher Ordnung ungefähr oder identisch anhand der analysierten Regeln wiedergeben. Durch die Gegenüberstellung der Originalmelodie und der durch die Anwendung der Regeln erzeugten „Reproduktion“ ist es möglich, die Funktionsweise von Markow-Ketten akustisch zu erleben.

CellularAutomataExplorer

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Bildschirm, Maus
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Idee:

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Programmierung, Interface-Design:

Benjamin Miller

*1986 in Paris (FR), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

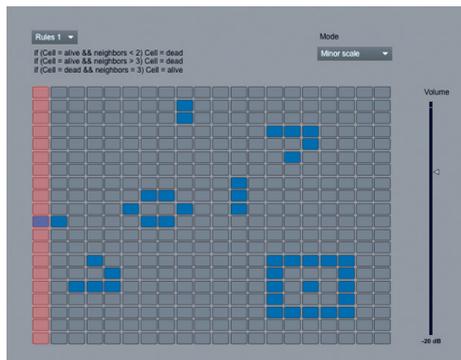


Foto © ZKM | Karlsruhe

Zelluläre Automaten sind Algorithmen, die mit relativ einfachen Regeln Prozesse in zwei- oder mehrdimensionalen Räumen beschreiben können. Sie wurden ab den 1940er-Jahren von verschiedenen MathematikerInnen und WissenschaftlerInnen entwickelt. Der Mathematiker John Horton Conway hat 1970 mit *Game of Life* einen zellulären Automaten definiert, mit dem es möglich ist, Prozesse der Populationsentwicklung von Lebewesen zu simulieren. Conways zweidimensionaler Automat besteht quasi aus einem karierten Blatt auf dem einzelne Zellen platziert sind. Diese können in der Grundform zwei Existenzformen aufweisen: lebendig oder tot. Der Zustand der jeweiligen Zellen wird durch den Zustand der Nachbarzellen definiert. Dazu kommt der Ausgangszustand, bei dem beliebige Zellen als lebendig festgelegt werden. Nun wird jede Zelle mit folgenden Regeln konfrontiert:

- Eine tote Zelle mit genau drei lebenden Nachbarzellen wird in der Folgegeneration neu geboren.
- Lebende Zellen mit weniger als zwei lebenden Nachbarzellen sterben in der Folgegeneration an Einsamkeit.
- Eine lebende Zelle mit zwei oder drei lebenden Nachbarzellen bleibt in der Folgegeneration am Leben.
- Lebende Zellen mit mehr als drei lebenden Nachbarzellen sterben in der Folgegeneration an Überbevölkerung.

Zelluläre Automaten können sowohl für visuelle Prozesse wie auch zur Entwicklung von Klängen benutzt werden. Mit dem *CellularAutomataExplorer* können BesucherInnen die Regeln der zellulären Automaten verändern und kompositorische Prozesse auslösen.

MusiCode

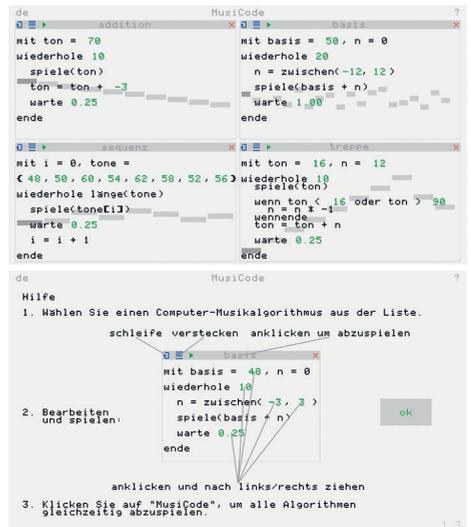
2017, Interaktive Klanginstallation, Computer, Maus, Bildschirm
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Dan Wilcox

*1981 in Orange (US), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)



Benutzerinterface für MusiCode, Foto © ZKM | Karlsruhe

Programmiercodes bestehen aus einer Reihe von Anweisungen, die ein Computer der Reihe nach abarbeitet. Diese Anweisungen können dazu benutzt werden um Töne, klangliche Gestalten und ganze Musikwerke zu erzeugen. Dazu erzeugt dieser Code Aufwärts- und Abwärtsbewegungen oder wählt Töne zufällig aus. Eine Tonleiter könnte man beschreiben mit:

1. Starte bei 40 (also bei E2) mit der Zeit 0,
2. erhöhe den jeweiligen Ton um eine Stufe $y = x + 1$ und springe 0.25 Sekunden weiter,
3. führe diesen Vorgang 20 mal aus – fertig.

Nun können die Zahlen verändert werden oder das + durch ein – ersetzt werden und schon wird aus der Tonleiter aufwärts ein Arpeggio abwärts.

Mit der Installation *MusiCode* können die BesucherInnen mit unterschiedlichen Code-Fragmenten spielen, diese verändern und dadurch eigene klangliche Strukturen erschaffen. Werden Sie zum Komponisten von Computermusik!

Pattern Machine

2004, Interaktive Klanginstallation
Produktion des ZKM | Institut für
Musik und Akustik, Aktualisierung
durch das ZKM | Hertz-Labor

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Chandrasekhar Ramakrishnan

*1975, lebt und arbeitet in Zürich
(CH)

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

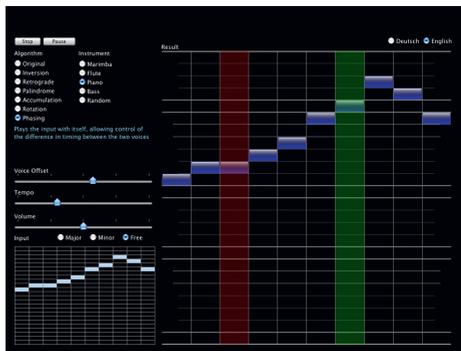
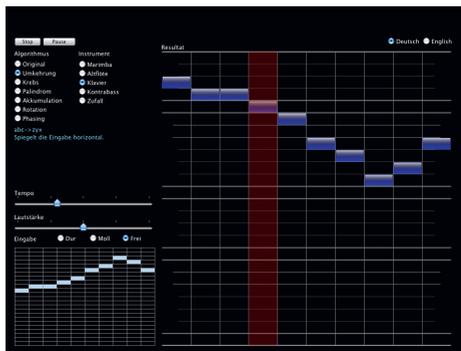


Foto © ZKM | Karlsruhe

Pattern sind Einheiten von Informationen, die wiederholt dargeboten werden. Pattern können visuell, als Sprache bzw. Wort und auditiv, als Musik, benutzt werden. Ihre Verwendung bildet ein in fast allen Stil-Epochen benutztes Prinzip. Viele Präludien von Johann Sebastian Bach, die Alberti-Bässe genannten Begleitfiguren in der klassischen Musik oder Arabesken in Debussys oder Ravels Musik weisen den rhythmischen oder melodischen Gebrauch von Pattern auf. Bekannt wurde die Pattern-Ästhetik durch die KomponistInnen der ausschließlich aus Pattern konstruierten Minimal Music, hier vor allem Steve Reich. Die im ZKM | Institut für Musik und Akustik entwickelte Installation *Pattern Machine* stellt ein interaktives Werkzeug zur Gestaltung musikalischer Pattern dar. Hier werden Strategien des Komponierens und der Wahrnehmung in Form von Musterbildung, Ableitung und Verlaufsform formalisiert und erfahrbar gemacht.

Random Machine

2004, Interaktive Klanginstallation
Produktion des ZKM | Institut für
Musik und Akustik, Aktualisierung
durch das ZKM | Hertz-Labor

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Chandrasekhar Ramakrishnan

*1975, lebt und arbeitet in Zürich
(CH)

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

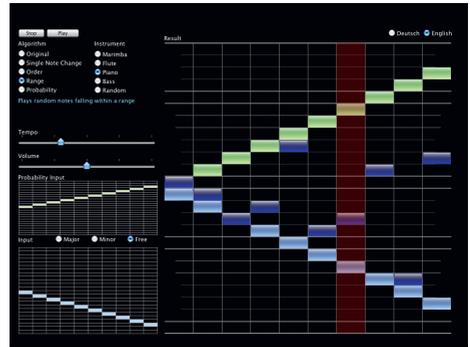
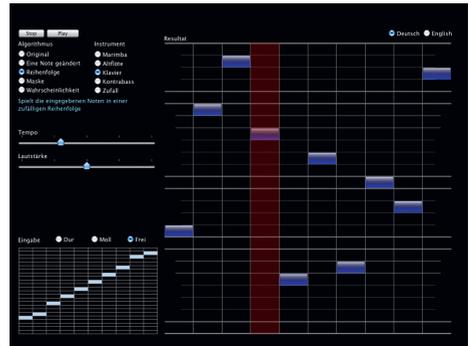


Foto © ZKM | Karlsruhe

Zufall ist ein Prozess mit ungeheuer kreativen, leicht kontrollierbaren, sich ständig verändernden Resultaten.

Schon Wolfgang Amadeus Mozart verstand es, diesen Prozess in seinem mit Hilfe von Würfeln ständig neu entstehendem Werk *Musikalisches Würfelspiel* (KV 294d) zu nutzen. Zufall erzeugt eine ständig sich wandelnde, jedoch immer einheitlich verteilte Reihe von Werten. Konsequente Verwender des Zufalls in der Musik sind der amerikanische Komponist John Cage und der griechische Komponist Iannis Xenakis.

Allen Anwendern von *Random Machine* fällt auf: Zufälligkeit herzustellen ist sehr einfach, die künstlerische Herausforderung jedoch entsteht in der künstlerischen Anwendung, denn für die Wahrnehmung wird Zufall erst im Zusammenhang mit klaren Vorschriften interessant. In der vom Institut für Musik und Akustik des ZKM entwickelten Installation werden verschiedene Arten von Zufall und dessen Anwendung vorgestellt. Mithilfe dieses Instrumentes kann sich auch der musikalisch unerfahrene Anwender mit dem Phänomen auseinandersetzen und Zufall gestalterisch einsetzen.

Rotating Scores

2016, Interaktive Klanginstallation
Produktion des ZKM | Institut für
Musik und Akustik, Aktualisierung
durch das ZKM | Hertz-Labor

Idee:

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Anton Himstedt

*1952 in Wiesbaden (DE), lebt und
arbeitet Geisenheim (DE)

Softwareentwicklung:

Chikashi Miyama

*1979 in Otsu (JP), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Alex Rodrigues

*1993 in Covilhã (PT), lebt und
arbeitet in Castelo Branco (PT)

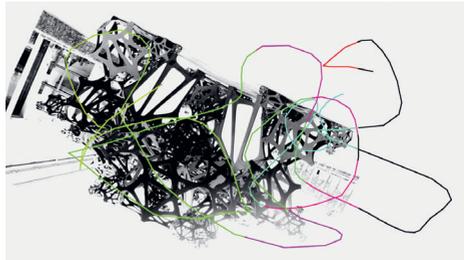
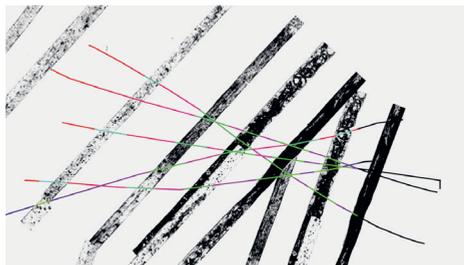


Foto © ZKM | Karlsruhe

Bei traditionellen Notationssystemen in der Musik repräsentiert die x-Achse die Zeit und die y-Achse die Tonhöhe. Falls ein Stück für mehrere MusikerInnen komponiert wurde, sollten diese die Partitur gleichzeitig lesen. Was aber passiert, wenn man die strengen Regeln der Musiknotation etwas lockert und flexibler gestaltet? Dreht man beispielsweise langsam die Partitur, dann führt das zu entsprechenden Veränderungen der Eigenschaften der Noten in Hinblick auf Tonhöhe und Zeit. Die interaktive Klanginstallation *Rotating Scores* lotet solche flexibleren und dynamischeren Beziehungen zwischen musikalischen Symbolen und dem Klang aus.

...wie der Computer Musik macht

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Bildschirm, Maus,
Kopfhörer
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Angeregt durch:
Peter Weibel

Beratung:
Ludger Brümmer,
Benjamin Miller

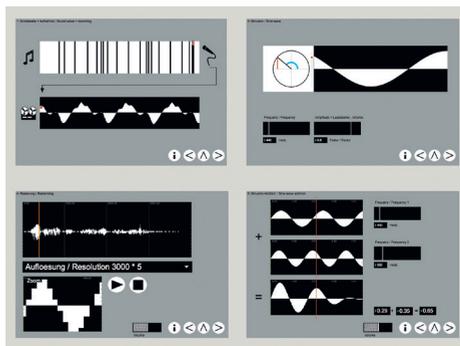


Foto © ZKM | Karlsruhe

Vom Computer erzeugte Klänge und Klangfolgen werden heute in vielen Bereichen ganz selbstverständlich neben traditionellen Instrumentalklängen verwendet. Sie sind weit verbreitet in der zeitgenössischen Musik – von Popmusik, über Werbung, Filme, experimentelle Musik bis hin zu akademischer Neuer Musik.

Bei traditionellen Instrumentalklängen haben wir in der Regel eine intuitive Vorstellung davon, wie die Klänge erzeugt werden und wie ihre Eigenschaften im Detail beeinflusst werden können. Wer z. B. auf einer Blockflöte einen schrillen Ton erzeugen möchte, muss kräftig hineinblasen. Wer aber einen weichen, warmen Ton erzeugen will, sollte vorsichtiger hineinblasen. Bei Computerklängen fehlt uns dagegen diese Intuition. Der Computer ist wie eine Black Box, bei der man nicht direkt sehen kann, wie ihr Inneres funktioniert.

Die Installation ... *wie der Computer Musik macht* gibt den BesucherInnen die Gelegenheit, quasi einen Blick ins Innere eines Computers zu werfen und anhand einer Reihe von kleinen, meist interaktiven Kapiteln nachzuvollziehen, wie dort Klänge entstehen können.

Add_Synth

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Software, Bildschirm,
Mausbedienung, Kopfhörer
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

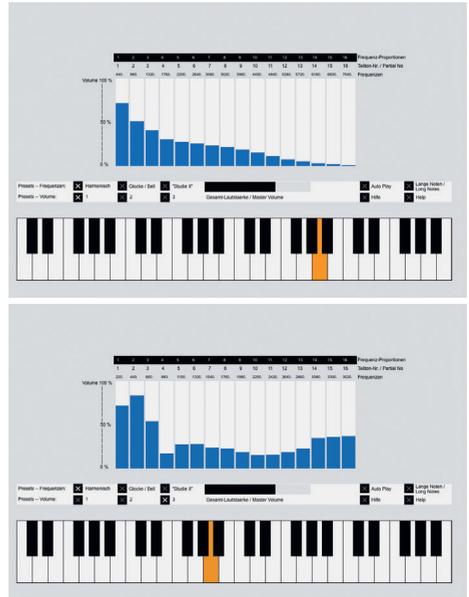


Foto © ZKM | Karlsruhe

Mithilfe der beiden interaktiven Installationen *Add_Synth* und *FM_Synth* lernen die BesucherInnen zwei klassische Klangsynthese-Verfahren kennen. Der französische Mathematiker und Physiker Joseph Fourier entwickelte 1822 die nach ihm benannte Fourier-Analyse, die bis heute ein unverzichtbares Werkzeug für Mathematiker und Ingenieure ist. Fourier entdeckte, dass sich jedes periodische Signal als Summe von einfachen Sinusschwingungen darstellen lässt. Auf Klänge angewendet, spricht man von der Obertonreihe. Der deutsche Physiker und Physiologe Hermann von Helmholtz stellte 1863 die Theorie auf, dass die Zusammensetzung der Obertonreihe für die Klangfarbe eines Tons verantwortlich ist. Daran anknüpfend wurde in der elektronischen Musik im 20. Jahrhundert die additive Klangsynthese entwickelt, bei der Klänge aus einzelnen Sinustönen zusammengesetzt werden. Theoretisch können KomponistInnen mit dieser Methode alle Klangfarben der Welt herstellen. In der Installation *Add_Synth* können die BesucherInnen selbst einen Klang aus Sinustönen zusammensetzen. Sie können die Stärke jedes einzelnen Obertons individuell regulieren und über Kopfhörer die Auswirkung auf die Klangfarbe beobachten.

FM_Synth

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Bildschirm, Maus,
Kopfhörer
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

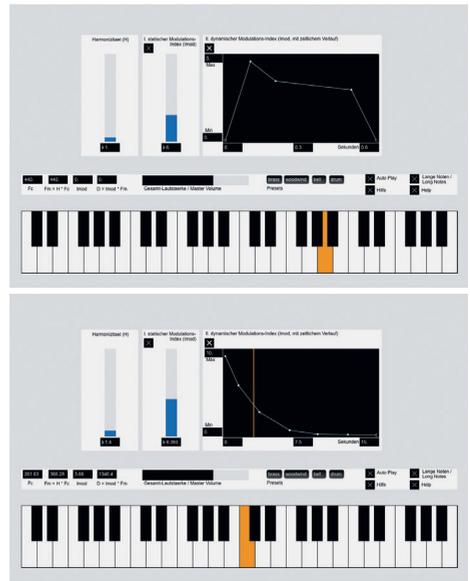


Foto © ZKM | Karlsruhe

Mithilfe der beiden interaktiven Installationen *Add_Synth* und *FM_Synth* lernen die BesucherInnen zwei klassische Klangsynthese-Verfahren kennen.

Die Methode der Frequenzmodulation (FM) wurde für die Funktechnik entwickelt. Mit ihrer Hilfe können Audiosignale wie beispielsweise Musik und Sprache drahtlos über elektromagnetische Wellen übertragen werden. Das niederfrequente Audiosignal (mit Frequenzen bis maximal 20 KHz) wird dabei der hochfrequenten elektromagnetischen Welle (mit einer Frequenz von ca. 100.000 KHz) quasi „aufgeprägt“. In Deutschland wird FM beim UKW-Radio verwendet.

In den 1970er-Jahren entdeckte der amerikanische Komponist John Chowning, dass sich FM auch für Klangsynthese nutzen lässt. Er entwickelte die FM-Synthese, die von der Firma Yamaha in kommerziellen Synthesizern eingesetzt wurde. Anders als die Funkübertragung arbeitet die FM-Synthese ohne hochfrequenten Signal, sondern mit zwei niederfrequenten Signalen. Der große Vorteil der FM-Synthese im Vergleich zur additiven Synthese (siehe *Add_Synth*) liegt in ihrer Ökonomie: mit nur zwei Reglern können komplexe Klangfarben gestaltet werden. Das können die BesucherInnen mit der Installation *FM_Synth* selbst ausprobieren.

Guido's Code #A

2018, Abspielgerät, Lautsprecher
oder Kopfhörer
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

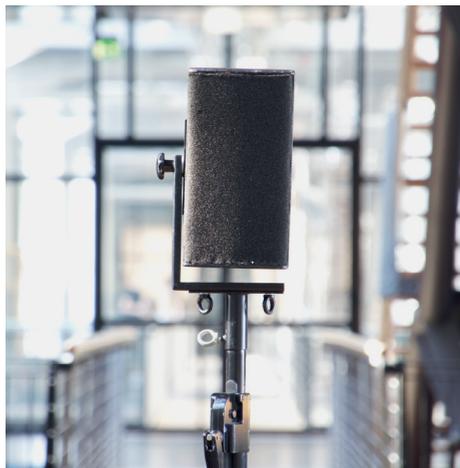


Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Barbara Nerness

Die Installationen *Guido's Code #A* und *#B* beziehen sich auf den vermutlich ältesten Musik-Algorithmus der europäischen Geschichte, der vor fast genau tausend Jahren von dem Benediktinermönch Guido von Arezzo formuliert wurde.

Mit Guido von Arezzos Verfahren kann ein beliebiger Text vertont werden. Dazu stellt er die einfache Regel auf, dass einem Vokal verschiedene Tonhöhen zugeordnet werden, aus denen der Komponist auswählen kann. Dem Vokal „a“ werden beispielsweise die Tonhöhen G' E c und a zugeordnet, dem Vokal „e“ die Tonhöhen A' F d und h usw.

Guido von Arezzo beschrieb seinen Algorithmus im 17. Kapitel seiner berühmten Schrift *Micrologus de disciplina artis musicae*, einem der bedeutendsten musiktheoretischen Werke des Mittelalters. Die Installation *Guido's Code #A* setzt diesen Algorithmus um und vertont damit ebendiesen Text aus dem 17. Kapitel des *Micrologus* und spielt die Melodie über Lautsprecher oder Kopfhörer ab. Indem der Algorithmus also seine eigene Tonfolge ausgibt, entsteht eine Selbstbezüglichkeit und eine Metapher für Loop/Schleife und Rekursion, die wichtige Elemente vieler heutiger Programmiersprachen und gleichzeitig typische Mittel „loop-basierter“ elektronischer Musik sind.

Guido's Code #B

2018, Rechner, Bildschirm, Maus, Kopfhörer
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

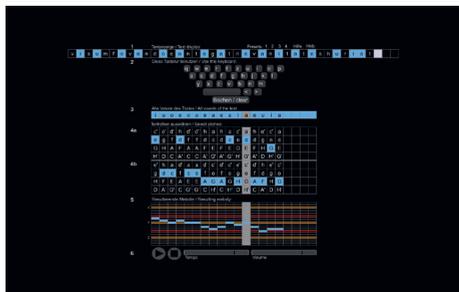
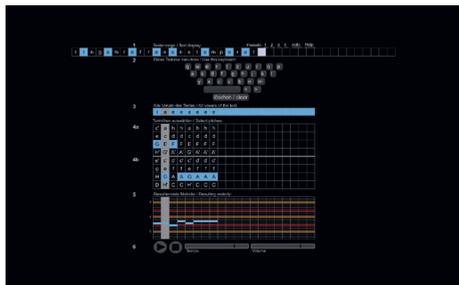


Foto © ZKM | Karlsruhe

Die Installationen *Guido's Code #A* und *#B* beziehen sich auf den vermutlich ältesten Musik-Algorithmus der europäischen Geschichte, der vor fast genau tausend Jahren von dem Benediktinermönch Guido von Arezzo in seiner berühmten Schrift *Micrologus de disciplina artis musicae* formuliert wurde.

In der Installation *Guido's Code #B* können die BesucherInnen selbst ausprobieren, wie Guidos Algorithmus funktioniert. Sie können am Computer einen Text eingeben, der dann nach Guido von Arezzos Regeln in eine Melodie umgesetzt und abgespielt wird. Der Algorithmus lässt den BesucherInnen gewisse Freiheiten und Wahlmöglichkeiten. Dadurch werden sie angeregt, sich ein eigenes Urteil darüber zu bilden, ob die Melodie gelungen ist. Die Auseinandersetzung mit der Melodie war für Guido von Arezzo ein wichtiger Aspekt – er wollte seinen LeserInnen ein Werkzeug an die Hand geben, um selbst komponieren zu lernen.

Neben dem hier verwendeten Algorithmus führte Guido von Arezzo eine Reihe von bahnbrechenden Neuerungen in die Musikpraxis ein, z.B. den Notenschlüssel. Seine Neuerungen hatten das Ziel, das exklusive Geheimwissen von Mönchen einer breiteren Masse an Menschen zugänglich zu machen. In diesem Sinn kann Guido von Arezzo als ein früher Vorreiter der heutigen Open-source- und Open-access-Bewegungen bezeichnet werden.

algoRhythm Machine

2017, Interaktive Klanginstallation,
Computer, Bildschirm, Maus,
Kopfhörer
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

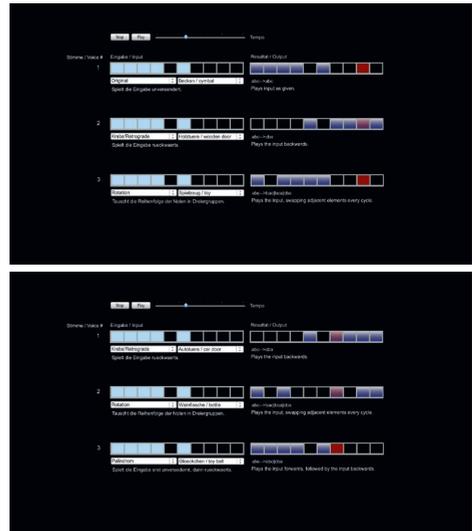


Foto © ZKM | Karlsruhe

Die Installation *algoRhythm Machine* ist eine Art Drumcomputer, mit dem Rhythmen algorithmisch erzeugt beziehungsweise variiert werden können. Die eingesetzten Algorithmen werden zum Teil schon seit Jahrhunderten in der Musik verwendet, beispielsweise der Krebs, bei dem ein Abschnitt rückwärts gespielt wird, gewissermaßen „im Krebsgang“. Andere Algorithmen finden erst im 20. Jahrhundert in größerem Umfang Anwendung, wie die verschiedenen zufallsbasierten Algorithmen.

algoRhythm Machine ist angelehnt an die Installationen *Pattern Machine* und *Random Machine* aus dem Jahr 2004, die beide ebenfalls in der Ausstellung *Open Codes* gezeigt werden. Dieselben Algorithmen, die dort Melodien erzeugen, werden hier verwendet, um Rhythmen zu erzeugen. Die BesucherInnen können der spannenden Frage nachgehen, ob die Algorithmen für beide Bereiche in gleicher Weise geeignet sind.

Im Unterschied zu *Pattern Machine* und *Random Machine* ist bei *algoRhythm Machine* keine Variation der Tonhöhe möglich. Stattdessen ist *algoRhythm Machine* mehrstimmig, sodass interessante Schichtungen von Patterns entstehen können. Die BesucherInnen können dabei untersuchen, welche Einstellungen zu interessanten Hörerlebnissen führen.

Monocause. Dialectics of the Post-Truth Era

2017, Interaktive Klanginstallation, iOS-App

Yannick Hofmann

*1988 in Offenbach am Main (DE),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Illustration und
Produktionsassistentz:
Fiona Marten

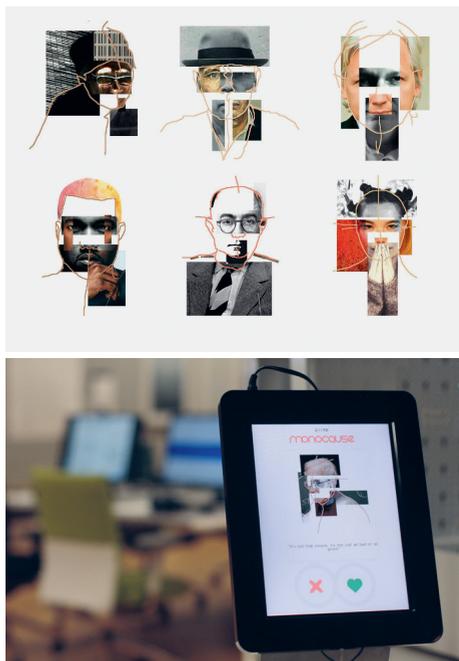


Foto © Yannick Hofmann, Foto: Fiona Marten

Im postfaktischen Zeitalter scheinen öffentliche Meinungs- und Urteilsbildungsprozesse immer häufiger der Logik mathematischer Kontravalenz zu folgen („entweder ... oder ...“). Ob im Zuge des US-amerikanischen Präsidentschaftswahlkampfes 2016, dem sogenannten Brexit oder im Rahmen der Hamburger G20-Proteste, polarisieren Postfaktizismus und falsche Dilemmata die Gesellschaft und suggerieren, dass es ausschließlich einander entgegengestellte Extrema gäbe (z. B. like/dislike, schwarz/weiß, arm/reich).

Für *Monocause. Dialectics of the Post-Truth Era* wurden diverse Text- und Redenauszüge zusammengetragen – darunter die US-amerikanische Bush-Doktrin der Nullerjahre („Wer nicht für uns ist, ist gegen uns“). Die MuseumsbesucherInnen können mittels Wischgeste Wohl- oder Missgunst gegenüber Personen von A wie Adorno bis Z wie Žižek ausdrücken. Die Wischgeste wird quasi zum Pendant des nach oben oder unten zeigenden Daumens eines antiken Imperators. Das Interface ist konzeptuell und gestalterisch an die bekannte Dating-App Tinder angelehnt.

Sacrophonie

2017, Interaktive Klanginstallation
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Anton Kossjanenko

* in Kerch (SU), lebt und arbeitet
in Karlsruhe (DE)

Programmierung:
Alexandre Rodrigues



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

Die bei rituellen Funktionen verschiedener Kulturen und Religionen aufgenommenen Geräusche, darunter das Blättern in einem Gebetsbuch, rituelles japanisches Klatschen, Schofar-Blasen, das Läuten von Kirchenglocken, werden in der Soundinstallation *Sacrophonie* als „Code“ betrachtet. Mittels dieses Codes versuchen die Menschen, Kontakt mit Gott aufzunehmen. Es wurde mit Bedacht vermieden, Lieder, Texte oder Gebetsabschnitte auszuwählen, also Geräusche, die offensichtlich einer bestimmten Religion zugeordnet werden können. Beabsichtigte Begleit- und Nebengeräusche der Riten hingegen wurden aufgenommen und gesammelt.

Die BesucherInnen können in der Ausstellung eine „Bibliothek“ mit Kompositionen und Sounds aufrufen und abspielen, die sich aus den aufgenommenen Geräuschen der Rituale zusammensetzen. Diese Tonkompositionen wiederum können mithilfe von ausgestellten Artefakten über eingebaute Sensoren klanglich bearbeitet und im virtuellen Raum bewegt werden.

SoundARt IDEAMA

2012, Interaktive Augmented-Reality-Installation, AR Audio-Datenbankbrowser für iPad
Produktion des ZKM | Institut für Bildmedien, Aktualisierung durch das ZKM | Hertz-Labor

Bernd Lintermann

*1967 in Düsseldorf (DE),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Julia Gerlach

*1967 in Hannover (DE),
lebt und arbeitet in Frankfurt a. M. (DE) und Berlin (DE)

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Konzept:

Bernd Lintermann,
Julia Gerlach, Peter Weibel

Kurator:

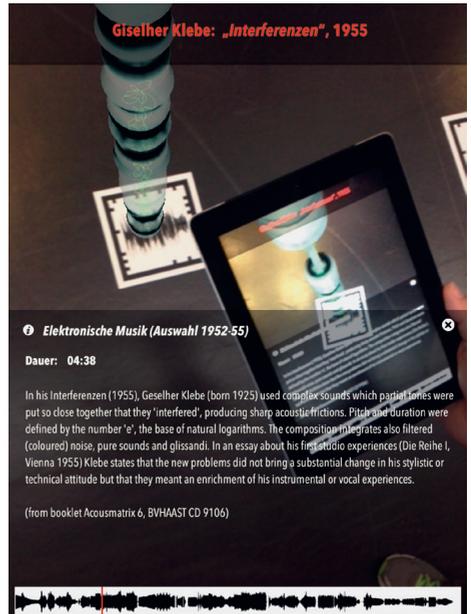
Hartmut Jörg

Software:

Bernd Lintermann

Technische Koordination:

Manfred Hauffen



Snapshot der Augmented Reality App
© ZKM | Karlsruhe

Das IDEAMA (Internationales digitales elektroakustisches Musikarchiv) entstand 1990 mit der Aufgabe, weltweit die wichtigsten frühen Werke der elektroakustischen Musik vor dem Verfall zu bewahren und öffentlich zugänglich zu machen. Die IDEAMA-Basissammlung besteht aus über 100 Stunden Musik, die Teil des Bestandes der ZKM | Mediathek sind.

In *SoundARt IDEAMA* werden ausgewählte Werke des Musikarchivs präsentiert. In vier Stationen sind Werke der Bereiche Musique Concrète, Elektronische Musik, Computermusik und Musik für Lautsprecher, in besonderer Weise inszeniert und für die BesucherInnen zugänglich gemacht. Auf einem Strahl aus computerlesbaren Codes sind exemplarisch vier Themenbereiche aus der IDEAMA-Datenbank abgesteckt: Für jedes Werk ist ein quadratischer Code – ähnlich den bekannten QR-Codes – auf dem Boden appliziert sowie ein Abbild des jeweiligen Werkes als Schwingungsgraph. Mithilfe eines vor Ort entleihbaren iPads lässt sich das Werk erleben, wird hörbar und in einer 3-D-Simulation als Augmented-Reality-Erfahrung sichtbar, sobald die Kamera des iPads den Code erfasst. Das iPad agiert hier als Tonabnehmer, der den Tonträger abtastet.

SynSeeThis

2013, iOS App für iPad
 Produktion des ZKM | Institut für
 Bildmedien, Aktualisierung
 durch das ZKM | Hertz-Labor

Bernd Lintermann

*1967 in Düsseldorf (DE), lebt und
 arbeitet in Karlsruhe

Manfred Hauffen

*1956 in Karlsruhe (DE), lebt und
 arbeitet in Karlsruhe

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und
 arbeitet in Karlsruhe (DE)

Software:

Bernd Lintermann

Performance:

Peter Weibel

Klang:

Manfred Hauffen,
 Hartmut Bruckner



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Bernd Lintermann

SynSeeThis ist eine App für iOS, die ursprünglich für die Performance *The Origin of Noise – The Noise of Origin* von Peter Weibel für das Donaufestival 2013 in Krems konzipiert wurde. Die App erzeugt als visuelles Musikinstrument einen Feedback-Loop in Bild und Ton.

Für die Installation in *Open Codes* ist ein iPad fest in einer Halterung angebracht. Wird eine Seite des der Installation beiliegenden Buches in den Sichtbereich der eingebauten Kamera des Mobilgerätes gelegt, wird das aufgenommene Bild der Kamera in Klänge transformiert. Die Buchseiten zeigen verschiedene visuelle Muster, die jeweils spezifische Klänge erzeugen.

Für das Konzert 2013 wurde außerdem eine Software implementiert, die die entstehenden Klänge unter Zuhilfenahme der physikalischen Fourier-Transformation in Bilder rückwandelte, welche von der App wiederum visuell aufgenommen und in Ton umgewandelt wurden. Dabei entstand ein Feedback-Loop von Datentransformation durch die Modalitäten Bild und Ton. Das Kamerabild wurde als Nebenprodukt zusätzlich räumlich interpretiert und als stereoskopische 3-D-Projektion über dem Protagonisten der Performance, Peter Weibel, projiziert. Er interpretierte mit der App auf der Bühne die visuelle Partitur.

VRMe

2017, Interaktive Installation
für VR-Brille
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Bernd Lintermann
*1967 in Düsseldorf (DE),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Aufnahme 3-D Punktwolken:
Konrad Berner, Studiengang
Geodäsie und Navigation,
Hochschule Karlsruhe –
Technik und Wirtschaft

Technische Unterstützung:
Manfred Hauffen



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Bernd Lintermann

Eine der aktuell viel diskutierten Entwicklungen im Bereich der digitalen Medien ist die virtuelle Realität. Das schon in den 1960er-Jahren entwickelte Konzept der computergenerierten Wirklichkeit erlebte in den 1990er-Jahren einen Hype, der auch die breite Öffentlichkeit erreichte. Die Vorstellung des Eintauchens in eine virtuelle Realität, das Verlassen der realen Welt, löste vielfältige Reaktionen, von Euphorie bis Ablehnung, aus. Der damalige Stand der Technik erfüllte aber nicht die hohen Erwartungen. Inzwischen erlaubt die weiterentwickelte Bild- und Trackingqualität einen solchen Grad der Immersion, dass die BetrachterInnen sich und ihren Körper als selbstverständlichen Teil der Szenerie erleben. Während der Körper in herkömmlichen Medien vor dem Bild steht, ist er in der virtuellen Realität Teil des Geschehens.

VRMe thematisiert diese neue Körperlichkeit, indem die BetrachterInnen mit unterschiedlichen Repräsentationen ihres Körpers in der virtuellen Realität konfrontiert werden. Diese neue Körperlichkeit trägt nach aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen wesentlich zur Manipulierbarkeit der NutzerInnen beispielsweise für medizinische aber auch Werbezwecke und politische Zwecke bei.

CloudBrowsing:**Open Codes**

2009/2017, Interaktive Installation
für den PanoramaScreen
Produktion des ZKM | Institut für
Bildmedien, Aktualisierung durch
das ZKM | Hertz-Labor

Bernd Lintermann

*1967 in Düsseldorf (DE), lebt
und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Torsten Belschner

*1966 in Freiburg i. B. (DE), lebt
und arbeitet in Freiburg i. B.

Mahsa Jenabi

*1982 in Teheran (IR)

Werner A. König

*1978 Ravensburg (DE), lebt und
arbeitet in Worms (DE)



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Anatole Serexhe

In der Ausstellung vom
01.11.2017 bis 07.01.2018
im PanoramaLabor

Die interaktive Installation, die 2009 konzipiert und realisiert wurde, macht die Informationssuche im Internet auf neuartige Weise erfahrbar: Das „Browsen“ im Internet wird innerhalb der panoramischen Projektionsumgebung, für die die Arbeit implementiert wurde, zu einer räumlichen Erfahrung. Suchanfragen und -ergebnisse werden nicht als textbasierte Linklisten angezeigt, sondern fügen sich zu einer dynamischen Collage aus Bildern und Klängen. Inhaltlichen Bezüge sowie Suchverläufe und der Informationsabruf werden nicht nur als Bildlandschaft sichtbar, sondern auch in Form einer dynamischen, sich stets verändernden Klangumgebung hörbar. Die NutzerInnen können die freie Online-Enzyklopädie *Wikipedia* durchsuchen, die von einer globalen Community zusammengetragen wird und so beispielhaft für das kollektive Wissen des Internets steht.

Zu einem späteren Zeitpunkt wurde noch die Möglichkeit hinzugefügt, ausgewählte Inhalte anzuzeigen: Die NutzerInnen können eigens zusammengestellte Linksammlungen zu spezifischen Themen durchstöbern. In der für die Ausstellung realisierten Version der Arbeit *CloudBrowsing: Open Codes* wurden für die BesucherInnen Informationen zur Geschichte und der Zukunft digitaler Technologien zusammengetragen.

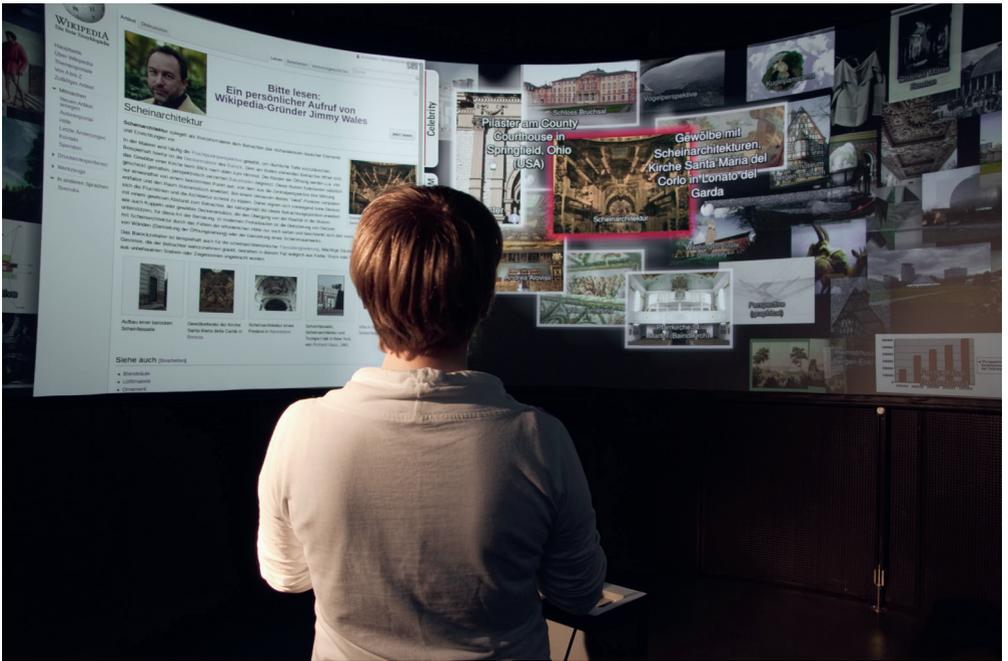


Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Christina Zartmann

**Gesamtkonzept, visuelles Konzept,
Produktionsleitung, Realisierung:**
Bernd Lintermann

Audio-Konzept, Realisierung:
Torsten Belschner

Interaktionsdesign, Realisierung:
Mahsa Jenabi, Markus
Nitsche, Werner A. König

Interface-Design:
Matthias Gommel

Projektmanagement:
Jan Gerigk, Petra Kaiser

Technische Realisierung:
Manfred Hauffen, Jan Gerigk,
Nikolaus Völzow, Arne Gräßer,
Joachim Tesch

**In Zusammenarbeit mit AG
Mensch-Computer Interaktion,
Universität Konstanz**

Ein Forschungsprojekt im Rahmen des Forschungsverbundes „Information at your fingertips – Interaktive Visualisierung für Gigapixel Displays“ gefördert durch das Förderprogramm Informationstechnik des Landes Baden-Württemberg (BW-FIT).

Bibliotheca Digitalis:
Drei Phasen der Digitalisierung
 2017, Interaktive Installation
 mit polarisiertem Licht und Augmented-
 Reality-Technik
 Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Bernd Lintermann

*1967 in Düsseldorf (DE), lebt und
 arbeitet in Karlsruhe (DE)

Nikolaus Völzow

*1980 in Koblenz (DE), lebt und
 arbeitet in Karlsruhe (DE)

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und
 arbeitet in Karlsruhe (DE)

Idee:

Peter Weibel

Konzept:

Bernd Lintermann, Nikolaus Völzow

Softwareentwicklung:

Nikolaus Völzow

Buchgestaltung:

Jan Zappe

Installationsdesign:

Matthias Gommel

Technische Mitarbeit:

Jan Gerigk, Manfred Hauffen



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

Die Welt des 19. Jahrhunderts war geprägt von der industriellen Revolution, die auf Maschinen und Materialien aufbaute. Unsere postindustrielle digitale Welt, das Zeitalter der Kommunikations- und Informationstechnologie, wird hingegen bestimmt von Medien und Daten.

Mit der künstlerischen Arbeit *Bibliotheca Digitalis* wird die Lebensform in der digitalen Welt von immateriellen Daten durch die Präsentationsform veranschaulicht. Die Information wird nämlich vom technischen Trägermedium, dem Buch, getrennt.

Eine oberhalb des Lesepults angebrachte Kamera erfasst das vom Besucher aufgeschlagene Buch, das ausgenommen der Seitenzahlen aus leeren Blättern besteht. Der Text in einem analogen realen Buch wäre für das menschliche Auge sichtbar. Der durch das Licht auf die Leinwand projizierte Text, der im Computer gespeichert ist, ist jedoch nicht sichtbar. Durch die mit einem Polarisationsfilter beschichtete Glasscheibe wird die digitale Version des Buches sichtbar. Die Leseerfahrung im von den natürlichen Sinnesorganen erfassten analogen

Raum zeigt leere Seiten. Nur mithilfe von technischen Apparaten lässt sich die virtuelle Information rezipieren.

Mithilfe dieser Installation werden die drei Phasen der Digitalisierung für die Betrachter nachvollziehbar. Die Digitalisierung begann nämlich 1623 mit dem Satz von Galileo Galilei, der in etwa lautet: Das Buch der Natur ist in der Sprache der Mathematik geschrieben. Zwei Meisterwerke haben diese erste Phase der Digitalisierung, die Mathematisierung der Physik, abgeschlossen: Isaac Newtons *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1686) und Joseph-Louis de Lagranges *Mechanique analytique* (1788).

Die zweite Phase, die Mathematisierung des Denkens, begann mit George Boole. Dieser nahm sich vor, das, was Lagrange für die Physik geleistet hatte, d.h. deren Verwandlung in algebraische Operationen, auch für die Logik zu vollbringen, d.h. die Algebraisierung logischer Operationen. Mit den beiden Werken *The Mathematical Analysis of Logic* (1847) und *An Investigation of the Laws of Thought* (1854) schuf er die Boole'sche Algebra, welche die Logik in Mathematik überführte. Boole nutzte bereits die grandiose Erfindung von G. W. Leibniz (*De progressionem Dyadica*, 1679), d.h. die Darstellung der Zahlen nicht durch 10 Ziffern (1–9, 0), sondern lediglich durch die zwei Ziffern 0 und 1, den sogenannten Binärcode.

Diese Mathematisierung des Denkens wurde durch viele weitere Autoren ausdifferenziert, z.B. durch Gottlieb Frege (*Begriffsschrift*, 1879) und vor allem durch Bertrand Russels / Alfred North Whiteheads dreibändiges Werk *Principia Mathematica* (1910–1913), ein Echo von Newtons *Principia Mathematica* (1686). Nachdem Kurt Gödel in „Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I“ (1931) dargestellt hatte, was nicht vollständig mathematisierbar ist, zeigte Alan Turing mit „On computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem“ (1936), was berechenbar ist, und schrieb damit ein wesentliches Werk zur Begründung des Computers.

Für die dritte Phase der Digitalisierung, die Implementierung der mathematischen Physik und der mathematischen Logik in Elektronik steht Claude Shannons Werk *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits* (1937). Shannon zeigte, dass Schaltkreise derart angeordnet werden können, dass sie einerseits dem binären Code folgen, d.h. dass die Stromspannung die Ziffer 1 abbildet, wohingegen 0 für den Zustand „keine Stromspannung“ steht, und dass diese Schaltkreise andererseits somit die Boole'sche Aussagenlogik abbilden können. Shannon bewies die Äquivalenz von Boole'scher und Schaltalgebra. Dadurch wurde es möglich, immaterielle formalisierte, mathematisierte Denkvorgänge in materielle elektronische Schaltzustände zu überführen. Die Entwicklung von Transistoren und integrierten Schaltkreisen, also eine immense Mikrominiaturisierung, führte in den 1950er- und 60er-Jahren zu elektronischen Geräten, vom Kofferradio bis zum mobilen Telefon, welche die Elektronik und die damit verbundenen datenbasierten Kommunikations- und Informationstechnologien in den Alltag transferierten. In diesem historischen Moment wurde die Digitalisierung marktfähig und für das breite Publikum attraktiv.

YOU:R:CODE

2017, Interaktive Installation mit
Mehrkanalprojektion
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Bernd Lintermann

*1967 in Düsseldorf (DE), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Yannick Hofmann

*1988 in Offenbach am Main (DE),
lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Christian Lölkes

*1990 in White Plains,
New York (US), lebt und arbeitet
in Karlsruhe (DE)

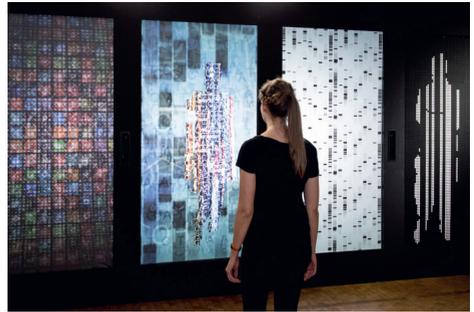


Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Bernd Lintermann

YOU:R:CODE eröffnet die Ausstellung *Open Codes*. Der Titel lässt sich auf zwei unterschiedliche Arten lesen: Die Lesart „your code“ verweist darauf, dass die BesucherInnen in der Installation auf verschiedene Arten digitale Transformationen ihrer selbst erleben. Sehen sie im Eingang noch das eigene Spiegelbild – das realste virtuelle Abbild, das wir uns vorstellen können – wird das Spiegelbild zunehmend in einen digitalen Datenkörper transformiert, bis die BesucherInnen zuletzt auf einen industriell lesbaren Code reduziert werden. Am Ende befreien sie sich aus der virtuellen Darstellung und werden über ein Flip-Dot-Display materialisiert. Die zweite Lesart „you are code“ stellt heraus, dass wir selbst aus Codes bestehen, der sich unter anderem im genetischen Code manifestiert. Er bildet den Algorithmus des Lebens und bestimmt von Geburt an unser Handeln. Synthetisierte DNA Stränge dienen in aktuellen Forschungsprojekten sogar der kompakten Langzeitspeicherung digitaler Daten. Aber auch von den in Clouds operierenden DatenanalytistInnen und künstlichen Intelligenzen, die uns über Smartphones unsere täglichen Handlungsanweisungen geben, werden wir nur vermittelt in Form von Sensordaten und über

unsere elektronischen Äußerungen wahrgenommen – für sie sind wir Codes. Der Spiegel ist ein Medium, das Daten sammelt und reflektiert, aber nicht speichert. Die sozialen Medien hingegen sind Spiegel, die Daten auch speichern. Vor dem digitalen Spiegel der Installation verfolgt der Betrachter, obgleich er sich nicht bewegt, dass seine Abbilder rotieren. Die Daten verhalten sich also nicht wie ein Schatten, der dem Menschen anhaftet, vielmehr lösen sich die Daten vom Betrachter und andere machen damit, was sie möchten, z.B. Daten verkaufen. Die sogenannten „Big Five“ (die Internetkonzerne Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon, Facebook) verkaufen diese nutzergenerierten Daten und verdienen an ihnen Millionen. Die Menschen produzieren Daten, die sie freiwillig und unentgeltlich an Verteilerfirmen abgeben, die lediglich das Verteilermedium, d.h. die Plattformen, zur Verfügung stellen.

Distribution und Speicherung gigantischer Datenmengen (das berühmte „Big Data-Problem“) ermöglichen mittels künstlicher Intelligenz das Verfahren der Korrelation von Daten. Die Datenspuren im Netz dienen dazu, das Verhalten der Datenerzeuger immer besser zu profilieren und zu identifizieren und damit schließlich vorhersagbar und kontrollierbar zu machen. Die Menschen befinden sich zunehmend in einem Gefängnis aus multiplen Codes (Geschlechtercode, Dress Code, genetischer, sozialer Code etc.). Alle diese Codes dienen der prädiktiven Datenanalyse und somit der sozialen Kontrolle. Wir leben in einer entfesselten Welt der Codes.

Dieser installative Parcours YOU:R:CODE durch die Welt der Codes zeigt den Menschen als Datenjäger und Datenträger – mit dem Ziel, den Menschen aus dem Code-Gefängnis zu befreien.

Idee:

Peter Weibel

Konzept, Realisierung:

Bernd Lintermann

Audiodesign:Ludger Brümmer,
Yannick Hofmann**Flip-Dot-Display:**

Christian Lölkes

Technische Unterstützung:Manfred Hauffen,
Jan Gerigk**Aufbau, Planung:**

Thomas Schwab

oh cet echo

2012, Klanginstallation
Produktion des ZKM | Institut für
Musik und Akustik, Aktualisierung
durch das ZKM | Hertz-Labor

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Softwareentwicklung:
Götz Dipper

Künstlerisch-wissenschaftliche
Mitarbeit:
Barbara Nerness

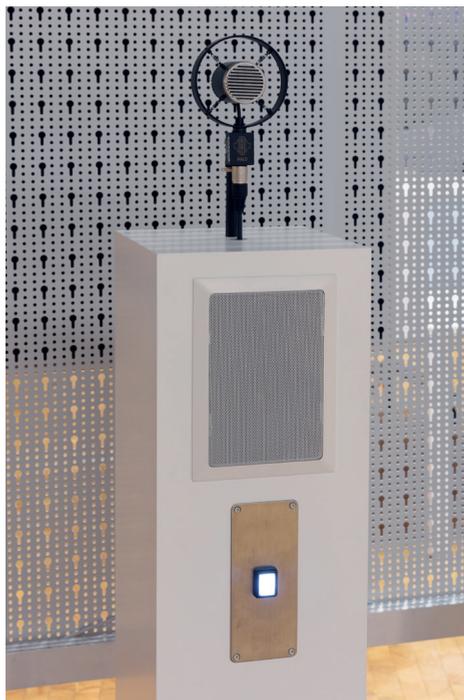


Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

In der Klanginstallation *oh cet echo* können BesucherInnen in ein Mikrofon sprechen, während ihre Stimme zeitgleich von einem Musikinstrument (Klavier, Marimba, Vibrafon oder Flöte, jeweils mit kurzen oder längeren Tönen) nachgespielt wird. Über einen Tastschalter kann von einem zum nächsten Instrument umgeschaltet werden. Zusätzlich bekommen die BesucherInnen eine kurze Aufnahme von vorhergehenden BesucherInnen eingespielt (mit einer Zeitverzögerung von einer Sekunde). Im Laufe der Zeit entsteht so aus den Worten der BesucherInnen eine gemeinsame musikalische Komposition.

Monochord

2012, Interaktive audio-visuelle Installation für Computer und Bildschirm

Produktion des ZKM | Institut für Musik und Akustik, Aktualisierung durch das ZKM | Hertz-Labor

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Computeranimationen:

Ludger Brümmer

*1958 in Werne (DE), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)

Interaktives Environment:

Götz Dipper

*1966 in Stuttgart (DE), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

Die Installation *Monochord* ermöglicht es erstmals, das Schwingungsverhalten einer im Flageolett angeschlagenen Saite für das menschliche Auge zu visualisieren. Dabei wird die Schwingung der Saite durch eine die Newton'sche Mechanik repräsentierende Reihe von Gleichungen simuliert. Diese werden vom Computer als Bildreihen dargestellt. Durch Anklicken der senkrechten, blauen Linien am Bildschirm kann man den Klang und die Schwingung der Obertöne auf der waagrecht abgebildeten Saite erfahren.

Wird eine Saite angeschlagen, so erzeugt sie einen klar erkennbaren Klang. Resultierend aus dem Schwingungsverhalten der Saite entsteht in jedem Fall ein harmonisches Spektrum. Wie jeder Klang setzt sich jedoch auch der Klang der Saite aus verschiedenen Tönen zusammen. Das harmonische Spektrum enthält eine Reihe klar angeordneter Teiltöne, die jeweils einem ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz entsprechen. Eine Saite, die z.B. mit einem Grundton von 400 Hz erklingt, umfasst also Teiltöne von 800, 1200, 1600, 2000, 2400, 2800 und 3200 Hz. Diese kann man durch die als Flageolett bezeichnete Spieltechnik auf allen Saiteninstrumenten erklingen lassen: Der Finger, bei *Monochord* eine senkrechte, blaue Linie, wird an einer bestimmten Stelle der Saite, nur leicht aufgesetzt ohne sie ganz herunterzudrücken. Wenn man nun die Saite anschlägt, werden alle tieferen Schwingungen unterdrückt und man hört nur die Obertöne.

Sponsor: *Genesis*, physical Modeling Environment: ACROE, Grenoble

Sonorama – Karlsruhe

2017, Klanginstallation

Chikashi Miyama

*1979 in Otsu (JPN), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

In der Ausstellung vom 30.05. bis
05.08.2018 im PanoramaLabor

Mit der Arbeit soll ein virtuelles, interaktives Diorama in 3-D geschaffen werden, das verschiedene Klangräume in Karlsruhe abbildet. Am 27. Juni und am 04. Juli 2017 wurden etwa 80 Klangräume in der Stadt aufgezeichnet und das Audiomaterial mit den GPS-Koordinaten der Aufnahmeorte versehen. Durch die GPS-Daten können die Klangaufnahmen auf einer virtuellen 3-D-Karte verteilt werden, die mit *OpenGL* erstellt wurde. Die Grundlage für die räumliche Zuordnung bilden dabei geografische Daten, die im Rahmen des Open-Source-Projektes *OpenStreetMap* zusammengetragen wurden. Die hellgrünen, kugelförmigen Symbole, die oben auf der 3-D-Karte angezeigt werden, repräsentieren die aufgenommenen Klänge. Bewegen die NutzerInnen das Interface, so können sie die Aufnahmeorte auf der virtuellen 3-D-Karte ansteuern. Die Lautstärke und die Ausrichtung der Klänge ändern sich dabei jeweils in Abhängigkeit von der Entfernung und dem Winkel zwischen den Klangsymbolen und dem Standpunkt der NutzerInnen auf der virtuellen Karte.

Rhythm of Shapes

2016, interaktive Klanginstallation

Chikashi Miyama

*1979 in Otsu (JPN), lebt und arbeitet in Karlsruhe (DE)



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

1977 stellte der griechische Komponist und Architekt Iannis Xenakis (1922–2001) das *UPIC*-System (Unité Polyagogique Informatique CEMAMu) fertig. Mit diesem System können elektronische Klänge durch grafische Partituren erzeugt werden, die auf eine elektronische Schreibtafel gezeichnet werden. Ähnlich wie bei dem *UPIC*-System können mit der Installation *Rhythm of Shapes* Bilder verklanglicht werden. Allerdings dienen hier Fotografien als grafische Partituren, nicht von Hand gezeichnete Skizzen. In einem Abstand von fünf Minuten nimmt die Installation automatisch ein Foto auf und extrahiert Umrisslinien und Formen aus dem jeweiligen Bild. Diese Formen werden von dem System dann als musikalische Notation gelesen und es erzeugt mithilfe mehrerer geometrischer Cursor, die unterschiedlich groß und schnell sind, polyphonische und dynamische, rhythmische Strukturen.

Tether

2018, Interaktive Soundinstallation,
Bälle, Bungeeseile, Tiefensensor,
Computer, Individualsoftware
Produktion des ZKM | Hertz-Labor

Dan Wilcox

*1981 in Orange (US), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

Tether ist eine interaktive Studie über die Bewegungen lose gebundener Partikel im Raum. Die Partikel, die sich frei bewegen, während sie an einem Seil auf einen bestimmten Ruhepunkt zustreben, sind in einem fließenden Übergangsstadium zwischen dem Potenziellen und dem Kinetischen zu verorten. Jede ihrer Bewegungen (oder das Fehlen einer solchen) wird unmittelbar in stimmliche Laute übersetzt, die sich alsdann zu einem Chor von Stimmen vereinigen. Die BesucherInnen können interagieren und den bestehenden Zustand verändern, indem sie an einzelnen Seilen ziehen und Partikel aus dem Ruhezustand „wachrütteln“. Wie reagiert die Gemeinschaft auf eine solche Störung von außen?

Im Wesentlichen ist *Tether* die Übersetzung physikalischer Aspekte wie Position oder Bewegung in Ton, aber es ist darüber hinaus auch eine Studie, in der es um Überwachung und Einflussnahme geht. Ein Computervisionssystem verfolgt das Verhalten individueller Partikel, ohne ihre Position jedoch direkt beeinflussen zu können. Die Gemeinschaft strebt nach Harmonie, aber äußere Einflüsse (oder individuelle Kräfte in ihrem Inneren) trachten danach, die Ordnung durcheinanderzubringen. Wie reagieren individuelle Partikel, wenn die ihnen benachbarten aus dem Gleichgewicht geraten? Bis zu welchem Grad bleibt die Gemeinschaft intakt, beziehungsweise wann ist der Punkt erreicht, an dem sie auseinanderzufallen beginnt?

Genealogie des digitalen Codes

2017, Installation

Eine Produktion des
ZKM | Institut für Bildmedien,
Aktualisierung durch das
ZKM | Hertz-Labor

ZKM | Zentrum für Kunst
und Medien

Mit *Linear Navigator* (1999):
Jeffrey Shaw

Idee:

Peter Weibel

*1944 in Odessa (UA), lebt und
arbeitet in Karlsruhe (DE)

Projektleitung:

Bernd Lintermann

Redaktion:

Livia Nolasco-Rózsás,
Magdalena Stöger,
Olga Timurgalieva

Software:

Bernd Lintermann,
Nikolaus Völzow

Videopostproduktion und Grafik:

Moritz Büchner, Frenz Jordt,
Jan Kieswetter, Christina
Zartmann

Konstruktion:

Nelissen Dekorbouw

Die *Genealogie des digitalen Codes* stellt die Geschichte digitaler Codes in Form einer interaktiven Schautafel dar. Monitore fahren über ein virtuelles Panorama, das sich räumlich über die Wand erstreckt. Mit dem *Linear Navigator* können die BesucherInnen eine hochauflösende Zeitleiste abfahren und sich dort eingebettete Kurzvideos ansehen, welche die Geschichte des digitalen Codes visualisieren. Informationen zu wesentlichen Meilensteinen in der Computertechnik von 1800 bis heute sind auf diese Weise abrufbar – die Entwicklung des Binärcodes, frühe Rechenmaschinen, das erste neuronale Netz, bis hin zum modernen Computer und der Entwicklung von künstlicher Intelligenz. Die Chronologie der Entwicklung wird dabei durch eine lineare Navigation greifbar. Diese virtuelle Zeitleiste ist eingebettet in eine reale Infografik, die sich über die ganze Wand erstreckt und die virtuelle Chronologie weiter kontextualisiert.



Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto: Jonas Zilius

Impressum:

ZKM | Hertz-Labor

Ludger Brümmer (Leitung), Caro Mössner, Silke Sutter (Sekretariat), Manfred Hauffen (Technische Leitung), Götz Dipper (Musikinformatik/Systemadministration), Yannick Hofmann, Lisa Bensele (Projektkoordination/Publikationen), Anton Kossjanenko, Benjamin Miller, Sebastian Schottke (Tontechnik), Bernhard Sturm (Betriebs-technik), Bernd Lintermann, Dan Wilcox (Softwareentwicklung), Dorte Becker, Sophie Hesse (Projekte/Veranstaltungen/Dokumentation), Christian Lölkes (Hackerspace), Daniel Höpfner (mediaartbase.de)

Broschüre

Herausgeber: ZKM | Hertz-Labor,
Leitung: Ludger Brümmer;
Redaktion: Yannick Hofmann,
Lisa Bensele; Übersetzungen:
Gloria Custance, Sabine Bürger
& Tim Beeby (Artlanguage);
Grafik: 2xGoldstein (2xGoldstein,
Sascha Fronczek, Erik Schöfer);
Dank an: ZKM | Publikationen;
Druck: Kraft Premium GmbH,
Ettlingen; Titelbild: Bernd
Lintermann, *YOU:R:CODE*, 2017,
Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto:
Jonas Zilius; Mitte: Ausstellungs-
ansicht *Open Codes*, 2017,
Foto © ZKM | Karlsruhe, Foto:
Dennis Dorwarth

© 2018 ZKM | Zentrum für Kunst
und Medien Karlsruhe
© der Texte: bei den AutorInnen

ZKM | Zentrum für Kunst
und Medien Karlsruhe
Hertz-Labor

Lorenzstraße 19

76135 Karlsruhe

E: hertz-lab@zkm.de

T: + 49 (0) 721/8100-1600

F: + 49 (0) 721/8100-1699

www.zkm.de/hertz-labor

ISBN 978-3-928201-56-8

