

## Bachelorarbeit

### **Realisierung der Raumklanginstallation “Vernetzt”**

Künstlerisch akustische Verarbeitung von Echtzeitdaten des  
Schienenverkehrs zur Beschreibung von Gefühlen und Affekten des  
Zugreisens

vorgelegt von:  
Henning Schaar

Erstgutachter:  
Prof. Thorsten Greiner

Zweitgutachter:  
Prof. Dr. Kyrill Fischer

Bearbeitungszeit:  
31.10.2019-31.1.2020



## Zusammenfassung

Reisen mit dem Zug ist für viele Menschen Alltag. Ob das Pendeln zur Arbeit, der Besuch von Familie oder das Leben in einer Fernbeziehung. So erweitert sich der Raum, in dem das Leben erfahren wird, sowohl um die Infrastruktur des Netzes, also Bahnhöfe, Zugstrecken und Fahrzeuge, als auch um die Orte, welche besucht werden.

*Vernetzt* ist eine Raumklanginstallation hergestellt aus Klängen von Zügen, algorithmisch komponiert aus Echtzeitdaten des Schienenverkehrs. Es handelt sich dabei um eine interaktive Installation welche mit Webcrawling Daten sammelt, diese dann in *p5js* visuell aufbereitet und in der nodebasierten Entwicklungsumgebung *Max* sonifiziert.

Die vorliegende Arbeit beschreibt den Entstehungsprozess der Arbeit und wie das Arbeiten mit Klängen und Echtzeitdaten in der Installation Kunsthistorisch einzuordnen ist.

Schließlich wird durch eine Befragung ermittelt inwiefern die Klanginstallation erfolgreich darin ist, die Gefühle, welche mit Zugreisen verbunden sind, zu kommunizieren und die Erfahrung des Schienennetzes als akustischen Raum zu vermitteln.

## Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Zugreisen . . . . .	1
1.2	Entstehung der Idee . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Recherche zur kunsthistorischen Einordnung</b>	<b>2</b>
2.1	Entstehung von Sound Art . . . . .	2
2.1.1	Italienische Futuristen . . . . .	2
2.1.2	John Cage . . . . .	2
2.1.3	Musique Concrète & Studio für elektronische Musik . . . . .	3
2.1.4	Steina Vasulka . . . . .	4
2.1.5	Bill Fontana . . . . .	5
2.2	Aktuelle Entwicklungen in Sound Art . . . . .	6
2.2.1	Sonic Interaction Design . . . . .	6
2.2.2	Aural Architecture . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Konzeption</b>	<b>7</b>
3.1	Experimente und deren Ergebnisse . . . . .	7
3.1.1	Ansätze mit Kontaktmikrofonen . . . . .	7
3.1.2	Ansätze mit Webscraping . . . . .	9
3.1.3	Ansätze zur Visualisierung . . . . .	10
3.2	Finales Konzept . . . . .	10
3.2.1	Motivation . . . . .	10
3.2.1.1	Persönliche Beweggründe . . . . .	10
3.2.1.2	Befragungen . . . . .	11
3.2.1.3	Inspiration aus kunsthistorischer Recherche . . . . .	12
3.2.2	Inhaltliche Beschreibung . . . . .	13
3.2.2.1	Reisegeschichten und Dramaturgie . . . . .	13
3.2.2.2	Personae . . . . .	13
3.2.2.3	Zwischenzustände . . . . .	15
3.2.2.4	Bedeutung von Raum . . . . .	15
3.2.3	Raumkonzept/Aufbau . . . . .	15
3.2.3.1	Nutzung von Graphik . . . . .	15
3.2.3.2	Nutzung von Lautsprechern . . . . .	16
3.2.3.3	Raum als Medium für Schall . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>16</b>
4.1	Entwicklung der Klangobjekte . . . . .	16
4.1.1	Aufgabe der Klangobjekte . . . . .	16
4.1.2	Bezug auf Personae . . . . .	17
4.1.3	Dramaturgie . . . . .	17
4.1.4	Algorithmen & Klangästhetik . . . . .	17
4.2	Webscraping & P5js . . . . .	17
4.2.1	Verwendete Datenquellen & APIs . . . . .	17
4.2.2	P5 Programmbeschreibung . . . . .	17

4.2.3	Kommunikation . . . . .	17
4.3	Max . . . . .	18
4.3.1	Kommunikation . . . . .	18
4.3.2	Steuerung . . . . .	18
4.3.3	Signal Processing . . . . .	18
4.4	Hardware . . . . .	18
4.4.1	Komponenten . . . . .	18
4.4.2	Aufbau . . . . .	19
<b>5</b>	<b>Evaluierung</b>	<b>19</b>
5.1	Beschreibung der Befragung . . . . .	19
5.1.1	Fragebogen . . . . .	19
5.1.2	Limitierungen . . . . .	19
5.2	Gewonnene Erkenntnisse . . . . .	19
<b>6</b>	<b>Ausblick</b>	<b>19</b>
6.1	Mögliche Erweiterungen . . . . .	19
6.2	Mögliche Ausstellungsorte . . . . .	19
<b>7</b>	<b>Danksagungen</b>	<b>19</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>20</b>

## Tabellenverzeichnis

## Abbildungsverzeichnis

3.1	Kontaktmikrofon an stillgelegtem Gleis . . . . .	7
3.2	Piezelektrisches Mikrofon (links) und Beschleunigungssensor an Teensy (rechts) . . . . .	8
3.3	Screenshot eines Ausschnittes der Visualisierung in p5: Züge in Farben nach Typ, Haltestellen grau und Cursor weiß umrandet. . . . .	15
4.1	Raumlayout mit Lautsprecherpositionen . . . . .	19

# 1 Einleitung

## 1.1 Zugreisen

22,1% der Deutschen pendeln im Jahr 2016 über eine halbe Stunde zur Arbeit, weitere 4,8% sogar über eine Stunde. Von den Pendlern welche nicht den PKW nehmen, nutzen Ungefähr die Hälfte öffentliche Verkehrsmittel.<sup>1</sup>

Außer Pendlern gibt es in Deutschland viele Menschen welche in einer Fernbeziehung leben. Bei einer Erhebung im Jahr 2014 gaben über 20% der Befragten an aktuell in einer Fernbeziehung zu leben oder vor Kurzem in einer Fernbeziehung gelebt zu haben.<sup>2</sup>

Beziehung und Beruf sind große Bestandteile der Erlebniswelt einer Person, viele Zugreisenden leben also nicht an einem fixen Ort, sondern der Raum ihrer Erlebnisse setzt sich aus den von ihnen Besuchten Orten und den Wegen zwischen diesen Orten zusammen. Somit leben zwei Menschen die im selben Mehrfamilienhaus leben unter Umständen an zwei verschiedenen erfahrenen Orten.

Die Erfahrung dieser Individualität der räumlichen Lebensrealität und welche Rolle die Technologie des Schienenverkehrs darin spielt soll in der Interaktiven Raumklanginstallation “Vernetzt” dargestellt werden.

## 1.2 Entstehung der Idee

Am Anfang der Arbeit an der Installation, stand der Wunsch, das Schienennetz als akustischen Raum in Form einer Klangskulptur erfahrbar zu machen. Dieser war zum einen begründet in dem Bild des Ohr-an-die-Schiene-Haltens um Züge in der Ferne wahrnehmen zu können welches unter anderem in Western Filmen popularisiert wurde, zum anderen begründet in dem Verständnis von Raum geprägt von einer Welt in der Reisen durch die Technologisierung dessen, erreichbar für viele geworden ist.

Zunächst sollte die Akustische Skulptur mit Kontaktmikrofonen funktionieren, welche an mehreren Punkten im Schienennetz an den Gleisen angebracht werden und per Livestream über das Internet Audiosignale in einen Ausstellungsraum übertragen sollten. Dies war jedoch wegen rechtlicher Unklarheit über §315 StGB: “Gefährliche Eingriffe in den Bahn-, Schiffs- und Luftverkehr” nicht umzusetzen.

Auf der Suche nach alternativen kamen die Möglichkeiten von Webcrawling und APIs auf. Schnittstellen welche Echtzeitdaten über alle Fernverkehrs- und Regionalzüge zur Verfügung stellen wurden gefunden und ergaben die neue Basis für die Installation.

Mit den dadurch neu eröffneten Möglichkeiten der Echtzeitdatenverarbeitung wandelte sich das Werk von einer Klangskulptur zu einer Interaktiven Multimedialen Installation. Erweiterungen in Form einer Visualisierung der Daten und einer Interaktionsmöglichkeit über eine trackballähnliche Interaktionsschnittstelle wurden hinzugefügt, welche das anfänglich gesetzte Ziel auf andere Weise zu erreichen suchten.

---

<sup>1</sup>Forschungsdatenzentren Der Statistischen Ämter Des Bundes Und Der Länder 2016

<sup>2</sup>Statista 2014



## 2 Recherche zur kunsthistorischen Einordnung

### 2.1 Entstehung von Sound Art

#### 2.1.1 Italienische Futuristen

Eine der ersten Nennungen von Sound Art findet sich im Manifest des dem Futurismus zugeordneten Malers Luigi Russolo *L'arte dei rumori* (Die Kunst der Geräusche).<sup>3</sup>

Er bezog sich insbesondere auf die Komplexität der Geräusche welche in der Industrialisierten Stadt entstehen und wie sie der simplen Struktur der Klänge, welche von Komponisten und Instrumentenbauern erdacht wurden, überlegen sind. Also entwickelte er ein Orchester aus mechanischen Instrumenten oder Geräuschapparaten, bei welchem jeder der Apparate eine Essenz, also jene Komponenten des Klangs welche Russolo für entscheidend hielt, eines Geräusches enthielt.

Sein Ziel war damit die Musik der Zukunft zu entwickeln da er davon ausging, dass durch das Umgebensein von unnatürlich lauten Geräuschen der Maschinen im Alltag eine Desensibilisierung stattfindet, welche verhindere, dass Musik wie es sie bis dahin gab weiterhin als solche verstanden würde.

Die Apparate welche wir für die Klangerzeugung in Musik bis dahin nutzten erzeugten Klänge, welche nicht von unserer Umgebung inspiriert seien. So fand Musik also in einer Welt statt, welche außerhalb unseres Lebens lag. Für Ihn war das Lösen von dieser Tradition der Klangerzeugung also eine Befreiung des Klangs, und die Öffnung von nahezu grenzenlosen musikalischen Möglichkeiten.

#### 2.1.2 John Cage

John Cage, ein US-Amerikanischer Komponist des 20. Jahrhunderts, erschuf Werke, die nicht wie Ölgemälde fixe Objekte sind welche vom Zuhörer wahrgenommen werden sollen. Stattdessen verstand er seine Werke mehr als ein aktives teilhaben-Lassen des Publikums an dem Moment der Entstehung eines Klangs.<sup>4</sup> Somit war die Form seiner Werke entscheidender als der spezifische Akustische Inhalt.

John Cage war unter anderem Inspiriert durch die Architektur von Ludwig Mies van der Rohe und wie die Nutzung von Transparenz in seinen Kreationen nicht das Negieren von Raum darstellte sondern einen Platz schuf in dem die Umwelt ein Teil der Gebäude werden konnte.<sup>5</sup> Mit seinem Werk *Silent Prayer*, bei welchem er ein Stück Stille an das *Muzak System* verkaufte, schuf er etwas vergleichbares. Das *Muzak System* war dafür da US-Amerikanische Malls mit Musik zu bespielen, anstatt jedoch etwas zu erschaffen was abhängig von dem speziellen Geschmack der Einkäufer war schuf er durch die jetzt vorhandene Stille in den Malls einen Raum in welchem der Geist frei von dem kapitalistischen Verständnis der Individualität sein konnte. Er sagt mit seinem Werk nicht direkt etwas aus, sondern erschuf einen Platz, welche eine spezielle Art des Hinhörens erlaubte.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup>Russolo 1967

<sup>4</sup>LaBelle 2010 S. 11

<sup>5</sup>Joseph 1997 S. 89

<sup>6</sup>LaBelle 2010 S. 12

Diese Art von Kunst wird im Englischen als *site specific* also ortsabhängig bezeichnet. Im Deutschen hat sich der Begriff der Installation etabliert jedoch macht der englische Begriff klar, dass das entscheidende Merkmal dieser Kunstform ist, dass sie sich auf ihren Kontext bezieht. Dabei kann es sich sowohl um den Ausstellungsort, die Kunstgeschichte aus welcher das Werk entstanden ist, das politische System in dem es entstanden ist als auch um alle anderen Parameter und Situationen, von denen das Werk abhängig ist, handeln.<sup>7</sup>

Bei John Cages Werk 4'33'' spielt ein Konzertpianist in einem Konzertsaal nichts für eine Dauer von 4 Minuten und 33 Sekunden. Das Werk bezieht sich durch seine Durchführung in einem Konzertsaal und die Nutzung eines Konzertflügels auf die Geschichte der Europäischen klassischen Musik, durch das Brechen der Erwartungen der Zuhörer auf die Art des Zuhörens in welchem sich das Publikum befindet und durch die Stille auf die Geräusche des Publikums und die Rolle des Publikums als Mitgestalter einer Musikalischen Erfahrung. Diese Elemente werden also Teile des Stücks womit Cage unter anderem auf die Sozialität einer Hörerfahrung aufmerksam macht, in welcher die Verantwortung über das Geräusch nun auf jeden einzelnen übertragen wurde.

### 2.1.3 Musique Concrète & Studio für elektronische Musik

Musique Concrète, eine Kompositionstechnik welche am Ende der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in Frankreich geprägt wurde, arrangiert Klänge zu auditiven Erlebnissen, wobei sie sich die Uneindeutigkeit und die Plastizität von Klang zu nutzen macht um über den Materiellen Bezug der Klänge hinauszugehen oder sich sogar gegen diese zu stellen.<sup>8</sup>

Die Kompositionen entstanden aus dem Schneiden und Verfremden von Tonaufnahmen, ermöglicht durch die damals neuen Möglichkeiten der Abspiel- und Aufnahmetechnik. Es handelte sich hierbei oft um Alltägliche Geräusche oder Geräusche von Maschinen. Eines der definierenden Musikstücke der Musique Concrète, *Études aux chemins de fer* von Pierre Schaeffer, ist zum Beispiel eine Collage, welche aus den Geräuschen des Pariser Bahnhof *Gare de Batignolles* angefertigt wurde.<sup>9</sup>

Ein entscheidendes Alleinstellungsmerkmal der *Musique Concrète* gegenüber anderer elektronischer Musik dieser Zeit, insbesondere der der Kölner Studios für elektronische Musik, war das Kreieren durch Experimentieren. In Deutschland fand elektronische Musik in einem Rahmen statt, welcher der Kompositionstradition europäischer Schulmusik in vielem entsprach. Eine erdachte Idee wurde niedergeschrieben um schließlich in Klang realisiert werden zu können. In Frankreich jedoch, stand am Anfang das Klangobjekt welches durch eine Reihe von Experimenten, gesteuert durch das Empfinden des/der Komponist\*in, in seine finale Form gebracht wurde.<sup>10</sup>

Parallelen zu der Kunstform des *Objet Trouvé* sind in der Nutzung von Geräuschen zur Herstellung von Musik erkennbar. Bei *Objet Trouvé* handelt es sich um Kunstwerke welche aus alltäglichen Gegenständen oder Abfall hergestellt wurden, mit dem bedeutenden Unterschied, dass diese anders als bei Musique Concrète oft nicht signifikant durch den

---

<sup>7</sup>LaBelle 2010 S. 15

<sup>8</sup>LaBelle 2010 S. 25

<sup>9</sup>Föllner 2020

<sup>10</sup>Brindle 1987 S. 108

Künstler bearbeitet wurden.<sup>11</sup> Dennoch ist die Erwähnung von *Objet Trouvé* für die vorliegende Arbeit von Bedeutung, da das Transformieren des Alltäglichen zu einem Kunstwerk, Kernbestandteil der Installation ist.

Obwohl der Begriff der Site Specificity erst in den 1970ern geprägt wurde ist auch ein *Objet Trouvé* definiert durch die Parameter von denen das ausgestellte Werk abhängig ist. So handelt es sich bei einem der Populärsten Werke dieser Art um ein Pissoir welches von Marcel Duchamp signiert und ausgestellt wurde.<sup>12</sup> Ein Pissoir ist im allgemeinen Kunstverständnis zu diesem Zeitpunkt nicht als Kunstwerk zu betrachten doch durch den Akt des Signierens und Austellens bezieht es sich auf die Tradition der Bildenden Kunst. Durch dieses Zusammenspiel von Objekt und Umgebung entsteht die künstlerische Idee schließlich in den Gedanken des Betrachters.

#### 2.1.4 Steina Vasulka

Steina Vasulka, geboren als Steinunn Briem Bjarnadottir in Reykjavik, Island und Bohuslav Vasulka, bekannt als Woody, geboren in Brno, Tschechoslowakei sind ein Ehepaar welches 1964 in die Vereinigten Staaten von Amerika Immigrierte um dort in der Filmindustrie zu arbeiten. Zunächst handelte es sich bei ihren Werken um klassische Dokumentationen, ihre späteren Werke jedoch waren experimenteller und künstlerischer. Diese machten die beiden zu bedeutenden Ton- Bild- und Videokünstlern ihrer Zeit.<sup>13</sup>

Die beiden werden auf Grund ihrer gemeinsamen Arbeit häufig zusammen genannt doch im folgenden geht es insbesondere um Steina Vasulka, da ihre Werke durch die Nutzung von intermedialen Techniken maßgebliche Grundsteine der Klangkunst gelegt haben, welche relevant für diese Arbeit sind.

Steina Vasulka ist für Werke bekannt welche eine Schnittstelle zwischen Video und Ton herstellen. Ein Beispiel für ihre medienübergreifende Arbeitsweise ist das Stück *Violin Power*, in welchem sie beim Spielen der Violine zu sehen ist. Das Videosignal wird durch das akustische Signal ihrer Violine moduliert.<sup>14</sup> Ähnlich zu der Herangehensweise in der Kompositionstechnik der *Musique Concrète* entstanden Werke wie diese durch experimentelles arbeiten mit neuer Technik um die Möglichkeiten eines Mediums auszuschöpfen.

Anders allerdings als bei *Musique Concrète* haben Steinas Werke einen performativen Charakter welcher durch ihre Erfahrungen als klassische Konzertmusikerin entstand. Durch das spielen eines Musikinstrumentes zur Herstellung von Bildeffekten zeigt Steina auf, welche Kapazität Video als interaktives Medium innewohnt.<sup>15</sup>

In ihrer Arbeit *Orbital Obsessions* nutzt sie zur Herstellung des Klangs das analoge Videosignal, begleitet durch die tatsächlichen Geräusche ihrer Umgebung<sup>16</sup> Somit könnte dieses Werk als eine Frühform von künstlerischer Sonification verstanden werden. Unter den Begriff der Sonification fällt unter anderem die auditive Darstellung von Daten um ein Verständnis für

---

<sup>11</sup>Gale 2009

<sup>12</sup>Gayford 2008

<sup>13</sup>Bonin 2003

<sup>14</sup>Spielmann 2004

<sup>15</sup>Spielmann 2005 S. 3

<sup>16</sup>Vasulka 1977

diese zu entwickeln welches anders, oder sogar tiefer ist, als jenes welches beim Ansehen von Visualisierungen dieser Daten entstehen würde.<sup>17</sup> In diesem Fall werden keine digitalen Daten verarbeitet, so kann jedoch ein Analoges Videosignal als äquivalent zu einem Datenstrom gesehen werden welcher in *Orbital Obsessions* auf direktem Wege zu einem akustischen Signal umgewandelt wird. Hierdurch bekommt die akustische Information eine Qualität welche die visuelle Wahrnehmung eines Bildes erweitert.

### 2.1.5 Bill Fontana

Bill Fontana ist ein US-Amerikanischer Künstler welcher seit 1976 Klanginstallationen herstellt. Was ihn von vielen anderen Klangkünstlern unterscheidet ist, dass er ausschließlich aufgenommene statt synthetische Geräusche in seinen Werken verwendet.<sup>18</sup>

Seine Klanginstallationen bezeichnet er selbst als Klangskulpturen, da diese keinen Anfang oder Ende haben sondern wie physikalische Objekte kontinuierlich existieren. Oft sollen seine Werke den Betrachter auf dessen Modus des Zuhörens aufmerksam machen indem sie akustische Umgebungen ohne Visuelle Indikatoren maßgeblich Verändern.

Fontanas Definition des Musikbegriffs sucht nicht nach bestimmten Klängen, einer bestimmten Form oder einer speziellen Geste oder Umgebung in der diese stattfinden. Er definiert Musik stattdessen in dem geistigen Zustand des Zuhörers. Musik ist also nicht das was von einem Orchester oder einem Lautsprecher abgestrahlt wird, vielmehr ist es die Art des Hörens, mit welchem der Zuhörer das akustische Signal aufnimmt. Somit kann Musik überall erfahren werden wo ein Geräusch stattfindet. Auf die Möglichkeit des musikalischen Hörens von typischerweise als unmusikalisch empfundenen Situationen verweist Fontana mit seinen Skulpturen.<sup>19</sup>

In *Distant Trains* von 1984 platzierte er Mikrofone im Kölner Hauptbahnhof, der zu diesem Zeitpunkt verkehrsreichste Bahnhof in Europa, und übertrug die Klänge in die Ruine des durch den zweiten Weltkrieg zerstörten Anhalter Bahnhofs in Berlin, der vor dem Krieg der verkehrsreichste Bahnhof Europas war.<sup>20</sup> Die belebte Atmosphäre in der Ruine erzeugt einen Bruch indem es die akustische Wahrnehmung in eine vergangene Zeit zurückversetzt und sie damit von den restlichen Sinnen sowohl räumlich als auch zeitlich trennt.

Das Dekonstruieren unseres Zeitverständnisses ist nur ein Beispiel wie Fontanas sogenannten *Live Listening Networks* konzeptuell mit dem Transportieren von akustischen Räumen umgeht. Seine Werke dieser Art nutzen verschiedene Übertragungsmethoden um Geräusche von einem Abhörpunkt zu einem Zuhörpunkt zu übertragen. Diese Übertragung kann den Zielort in seiner visuellen Wirkung über auditive Assoziationen verändern, den Hörradius bis zum sichtbaren Horizont erweitern, oder Assoziationen aus der Akustische Konditionierung der Betrachter hervorrufen.<sup>21</sup>

---

<sup>17</sup>Worall 2019

<sup>18</sup>Fontana 1996

<sup>19</sup>“Articulate — Bill Fontana: Hear, Now. Articulate” 2018

<sup>20</sup>Fontana 1996

<sup>21</sup>Fontana n.d.

## 2.2 Aktuelle Entwicklungen in Sound Art

### 2.2.1 Sonic Interaction Design

Sonic Interaction Design ist ein aktuell entstehendes Feld, welches zum Ziel hat Klang als gleich- oder höherwertigen Kanal für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu etablieren. Hierfür zielt es darauf ab, die kulturelle Barriere des Verständnisses von Geräuschen als Lärm zu überwinden und ihre intrinsischen Werte zu nutzen. Spätestens seit der Industriellen Revolution sind wir umgeben von Geräuschen die von Technologie produziert werden, jedoch werden diese meist als Nebenprodukt verstanden und nicht als weg der Kommunikation.<sup>22</sup>

Sound Design spielt bereits in manchen Bereichen der Produktentwicklung eine große Rolle. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Automobilindustrie, welche Sounddesign unter anderem nutzt um die Designidentität ihrer Produkte zu stärken.<sup>23</sup> Dieses Feld fällt zusammen mit zwei weiteren unter den Begriff des Sonic Interaction Designs.

Hinzu kommt die wahrnehmungspsychologische, kognitive und emotionale Erforschung von auditiven Interaktionen sowie die bereits in 2.1.4 (*Steina Vasulka* S. 4) erwähnte Sonification, die Vertonung von Daten.<sup>24</sup>

### 2.2.2 Aural Architecture

Im Kontext der Annäherung von zeitgenössischer Architektur und Kunst entstand auch der Wunsch, durch Klang Räume und Umgebungen zu schaffen und zu gestalten. Das erweiterte Feld der *Aural Architecture* beinhaltet Akustische Stadtplanung, Sound Mapping (das erstellen von digitalen Karten mit einem Fokus auf die klangliche Darstellung dieser Orte<sup>25</sup>), Soundscape Ecology und andere Formen der auditiven räumlichen Arbeit.<sup>26</sup>

Insbesondere seit 2010 sind in mehreren Großstädten Klangkunstinitiativen entstanden, welche öffentliche Klanginstallationen und akustische Planung, welche über das reduzieren von ungewünschten Geräuschen hinaus geht, fördern.<sup>27</sup> Durch das öffentlich Werden von Klangkunst, muss diese sich schließlich auch in die Lokalpolitik und Bürokratie der Stadtverwaltungen einbinden womit *Aural Architecture* eine ähnliche Verbindung zwischen Kunst und Politik herstellen muss wie Architektur und das entwickeln von öffentlicher Infrastruktur.

Einige von Bill Fontanas (2.1.5 Bill Fontana S. 5) Werken wie *Landscape Sculpture with Foghorns* können auch als *Aural Architecture* verstanden werden, da sie den Klang eines öffentlichen Ortes modifizieren. Bill Fontana appelliert außerdem an Architekten, Klangkünstler stärker in die Planung ihrer Gebäude mit einzubeziehen.<sup>28</sup>

---

<sup>22</sup>Rocchesso et al. 2008 S. 1f

<sup>23</sup>Rocchesso et al. 2008 S. 3

<sup>24</sup>Pulkki and Karjalainen 2016 S. 386

<sup>25</sup>Thulin 2018 S. 24f

<sup>26</sup>Ouzounian 2016 S. 1

<sup>27</sup>Ouzounian 2016 S. 2

<sup>28</sup>Carré d'Art - Interviewer unbekannt 2014, 5:30

### 3 Konzeption

Wie in der Einleitung (1 S. 1) erwähnt, stand am Anfang der Arbeit an der Installation, der Wunsch das Schienennetz als akustischen Raum darzustellen. Hieraus entstand die Idee, diese Vertonung anhand der Gefühle von Zugreisenden zu orientieren. Da sich die Installation an bereits existierende Inputs, den Zugverkehr des gewählten Ortes, anpassen muss, wurde ein experimenteller Ansatz zur Entwicklung der Arbeit gewählt.

#### 3.1 Experimente und deren Ergebnisse

##### 3.1.1 Ansätze mit Kontaktmikrofonen



Abbildung 3.1: Kontaktmikrofon an stillgelegtem Gleis

Zunächst bestand der Wunsch die Installation ähnlich wie Bill Fontanas (2.1.5, S. 5) Klangskulpturen zu gestalten. Es sollten portable Stationen entwickelt werden welche mit einem Kontaktmikrofon das Akustische Signal der Schiene über LTE an einen Ausstellungsraum per Livestream übertragen sollten. Dafür wurde folgende Hardware geplant:

Kategorie	Produkt	Preis (ca.)
Internet	Aircard Sierra 320U 4G	23€
Computer	Raspberry Pi Zero	15€
Audio I2S	MikroElektronika MIKROE-506	18€
Mikrofon	Schaller Oyster	36€
Stromversorgung	Hiluckey Solar Powerbank 25000mAh	36€
Gesamt		142€

Der ausgewählte Ausstellungsraum oder *Zuhörpunkt* war das Straßenbahnmuseum Stuttgart im Straßenbahndepot in Bad-Canstatt.<sup>29</sup> Je nach Budget würden Stationen angefertigt und pro Station ein Lautsprecher in der großen Halle des Museums angebracht.

Die Stationen würden an Punkten im Baden-Württembergischen Schienennetz angebracht

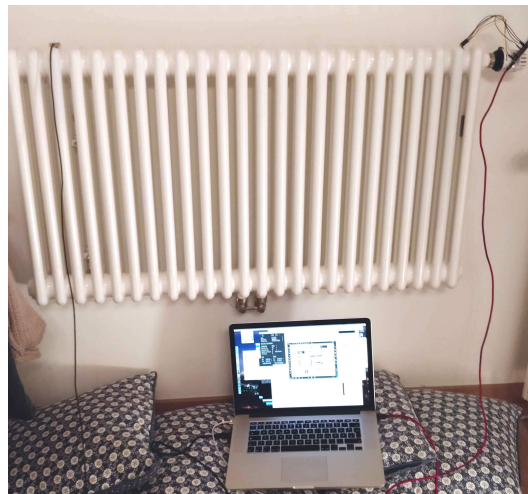
<sup>29</sup>Schumacher 2018

um den Lokalbezug zur Landeshauptstadt herzustellen. Im Ausstellungsraum wäre das stetige Vibrieren der Gleise zu hören, welches mutmaßlich durch Wind und Erschütterungen im Boden entsteht, bis ein Zug an einem der Punkte vorbeiführe. Züge auf anderen Gleisen würden die Schiene an der das Kontaktmikrofon befestigt ist dennoch in Schwingung versetzen und am *Zuhörpunkt* zu hören sein. Fährt ein Zug über das Gleis, an dem das Kontaktmikrofon befestigt ist, entsteht ein sehr direktes klangliches Bild des Zuges. Zunächst ein Anschwellen eines Resonanztones in der Schiene, bis schließlich das Schleifen der Räder und das Rumpeln verursacht durch das Gewicht des Zuges zu hören sind.

Diese Geräuschkulisse, würde sich mit den Reflexionen der Lautsprechersignale im Straßenbahndepot und den Geräuschen welche dort stattfinden mischen und so den Raum des Schienennetzes von Baden-Württemberg in einen für Menschen erfassbaren Raum bringen. Dies kann als räumliche Verdichtung angesehen werden, da der Ausstellungsraum deutlich kleiner als der Raum der abgenommenen *Abhörpunkte* ist. Andererseits würde das Innere der Schiene vergrößert, indem dem akustischen Signal welches in dieser entsteht erlaubt wird, einen Raum zu füllen.

Diese Verzerrung von Räumlichkeit, sowohl vom Großen ins kleine, als auch vom Inneren ins Äußere, stellte die Essenz der Idee dar, welche hinter diesem ersten Konzept steckte.

Inspiziert von Bill Fontanas Arbeit, insbesondere *Harmonic Bridge*, bei der die Geräusche einer Fußgängerbrücke in die *Tate Gallery of Modern Art* übertragen wurden, wurde die Möglichkeit der Nutzung von Beschleunigungssensoren in Erwägung gezogen. Für die Wahl des Kontaktmikrofons wurden dann Experimente mit Metallischen Körpern durchgeführt.



**Abbildung 3.2:** Piezoelektrisches Mikrofon (links) und Beschleunigungssensor an Teensy (rechts)

Sogenannte *MEMS* (microelectromechanical systems) Beschleunigungssensoren können als Kontaktmikrofon verwendet werden. Klassische Mikrofone messen den Schalldruck. Der Schalldruck der von einem vibrierenden Körper verursacht wird ist proportional zu der Beschleunigung weswegen sich ein Beschleunigungssensor zur Abnahme einer akustischen Quelle eignet.<sup>30</sup>

Nachdem jedoch klar wurde, dass das Anbringen von technischen Geräten an das Gleis

<sup>30</sup>O'Reilly, Khenkin, and Harney 2009 S. 1f

unter §315 StGB: “Gefährliche Eingriffe in den Bahn-, Schiffs- und Luftverkehr” strafbar sein könnte, wurden alternativen gesucht.

### 3.1.2 Ansätze mit Web scraping

Zugfinder.de ist eine deutsche Zug-Positionsanzeige, welche Statistiken über die meisten Züge in Deutschland bereithält. Für den Fernverkehr gibt es eine Deutschlandkarte, welche alle Fernverkehrszüge in einer animierten Netzkarte zeigt. Für alle weiteren Züge gibt es animierte Ansichten der einzelnen Streckenabschnitte.<sup>31</sup> Die Daten dieser Seite sollten nachdem das erste Konzept gescheitert war die neue Grundlage für die Installation bilden. Hierfür müssen die Daten aus der Website in einem Benutzbaren Format vorliegen.

Nachdem Johannes Schubert, der Entwickler von Zugfinder.de mitteilte, dass keine API Schnittstellen vorhanden sind, fiel die Entscheidung die Daten mittels Web scraping zu extrahieren. Web scraping oder Screenscraping emuliert die Benutzung einer Website durch ein automatisiertes Programm, mit dem Ziel Daten aus dieser Website zu extrahieren.<sup>32</sup>

Zunächst wurde ein Prototyp entwickelt, der die Daten einer einzelnen Strecke als Input nutzte. Hierfür wurde eine *Node.js* Anwendung zum Web scraping entwickelt. *Node.js* ist eine Javascript Runtime, welche die V8 Javascript engine von Google Chrome nutzt.<sup>33</sup> Es ist also eine Umgebung um Javascript auszuführen, ähnlich wie ein Webbrowser Javascript ausführen würde. *Node.js* hat jedoch den Vorteil nicht den overhead eines Browsers zu haben und mit vielen zusätzlichen Funktionen ausgestattet zu sein, welche in klassischen Browserumgebungen nicht verfügbar sind.

Dieser Prototyp sollte das ursprüngliche Konzept mit fixen Punkten im Schienennetz welche als Abhörpunkte fungieren auf andere Weise erreichen. So sollte ein bestimmter Punkt auf einer Strecke abgefragt werden, und wenn sich dort ein Zug aufhält sollten Informationen über diesen per UDP (4.2.3 *Kommunikation* S. 17) an das Klangsyntheseprogramm in Max (siehe 4.3 *Max* S. 18) übertragen werden. Es werden außer der Information, dass sich an dem Punkt ein Zug aufhält allerdings noch weitere Informationen über den Zug mitgesendet, da bei einer Synthetischen Klangerzeugung der direkte klangliche Bezug zu dem spezifischen Zug fehlt.

Bei einer Umsetzung mit Kontaktmikrofonen, würden Zugtyp, Umgebungsgeräusche, Gleisbett und Zustand der Schiene sowie Besonderheiten des Streckenabschnitts (Kurven, Weichen) Faktoren sein, welche den Klang verändern. Um einen Bezug zu dem Zug und dem Abgehörten Punkt herzustellen, werden zur Klangerzeugung Daten genutzt welche vom Kontext abhängig sind.

Als Proof-of-concept wurde eine Node.js anwendung entwickelt, welche ein Http-request an die ausgewählte Strecke auf *Zugfinder.de* schickte und die Antwort in von Javascript benutzbares JSON (*Javascript Object Notation*) und schließlich in ein Array der aktuell auf der Strecke fahrenden Züge umwandelt. Aus diesem Array werden API-Requests für die Google Distance Matrix API, eine API welche aus mehreren Start und Endpunkten eine

---

<sup>31</sup>Schubert n.d.

<sup>32</sup>Ball 2003

<sup>33</sup>OpenJS Foundation n.d.



Matrix von Distanzen herstellt,<sup>34</sup> generiert, um die Distanzen zwischen Abhörpunkt, Start- und Endbahnhof zu ermitteln. Daraus wird dann eine Angabe in Prozent erstellt, wie viel der Gesamtstrecke der Zug bereits zurückgelegt hat. In diesem Prototypen wurde diese Angabe dann genutzt um einen Bestimmten Abschnitt eines Audiofiles abzuspielen.

Dieses Konzept offenbarte nach dem testen des Prototyps einige Schwächen. Zunächst wurde klar, dass viele Abhörpunkte von Nöten wären, da es anders als bei dem ersten Konzept, zwischen den Zugevents keinerlei Klang gibt und die Ereignisdichte somit sehr gering wäre. Zudem wäre dieser Aufbau in der Wahrnehmung der Besucher nicht leicht mit Zügen in Verbindung zu bringen, und eine Installation, welche sich zumindest Teilweise selbst erklären kann war gewünscht.

### **3.1.3 Ansätze zur Visualisierung**

Um die Installation selbsterklärender zu gestalten, wurden Visuelle Elemente entwickelt. Zunächst sollten die Lautsprecher mit Plaketten ausgestattet werden, welche angeben zwischen welchen beiden Haltestellen der zugehörige Abhörpunkt liegt. Zudem sollten Lichter an den Lautsprechern angebracht werden welche je nach Zugtyp, bei einem vorbeifahrenden Zug in verschiedenen Farben leuchten. So sollte der Blick des Besuchers auf die Lautsprecher gerichtet werden, sodass dieser die Plakette liest. Zudem sollte es die Events noch eindeutiger machen. Beim Testen dieses Ansatzes wurde jedoch klar, dass auch diese Visuellen Hilfen nicht die grundlegenden Probleme mit diesem Prototypen lösen würde.

Es wurde deswegen entschieden eine Karte der Züge anzufertigen, welche sich in Echtzeit aktualisiert. Auf dieser sollten die Abhörpunkte dann eindeutig markiert werden. Im Laufe der Entwicklung dieser Karte wurden Debugging features entwickelt, um mithilfe des Cursors Information über einzelne Züge auszulesen. Während des Debuggings, entstand die Idee, die Cursorinteraktion als Interaktionsmöglichkeit für den Besucher bereitzustellen. Schließlich wurden die Abhörpunkte als Konzept aus der Installation vollständig entfernt, und die Installation wurde Interaktiv. Es ist jetzt nur noch ein Abhörpunkt vorhanden, und dieser wird von einem Besucher selbst gesteuert.

Genauer zur finalen Implementierung dieses Interaktionsprinzips findet sich in Kapitel 4 *Umsetzung* S. 16.

## **3.2 Finales Konzept**

Im folgenden wird das Konzept vorgestellt, welches das Ergebnis der Experimente und Entwicklungen seit der ursprünglichen Idee bis zum Zeitpunkt dieser Arbeit ist.

### **3.2.1 Motivation**

**3.2.1.1 Persönliche Beweggründe** Henning Schaar lebte in seiner Schulzeit 4 Jahre lang in einer Fernbeziehung nach Mannheim, von Karlsruhe eine Entfernung von ca. einer Zugstunde. Diese wurde dann schließlich durch eine gemeinsame Wohnung in Mannheim aufgelöst. Nicht viel später jedoch begann das Studium in Dieburg, welches wieder über eine Zugstunde entfernt war. Nach Ende der Beziehung gab es einen Wohnortwechsel nach

---

<sup>34</sup>Google n.d.

Darmstadt, so dass das Studium nun näher war, doch gibt es weiterhin Freundschaften in Hamburg, einen Arbeitgeber in Stuttgart und eine Band und Familie in Karlsruhe, weswegen Zugfahrten weiterhin zum Alltag gehören.

Diese räumlich verteilte Lebensweise verändert nicht nur das Reiseverhalten, auch die Selbstwahrnehmung wird durch sie beeinflusst. In jedem dieser Orte gibt es andere soziale Kreise, welche sich nicht oder kaum überschneiden und das Selbstbild einer Person wird durch sozial geteilte Merkmale und Gruppenmitgliedschaften maßgeblich beeinflusst.<sup>35</sup> So wird die Zugfahrt zu einem Prozess welcher in diesem Fall nicht nur den Aufenthaltsort einer Person ändert, sondern schließlich auch die Wahrnehmung der eigenen Person.

Aus diesen komplexen Gefühlen welche durch das Reisen hervorgebracht wurden entstand ein generelles Interesse an den Gefühlen die Personen beim Nutzen von öffentlichen Verkehrsmitteln haben und der Wunsch diese Künstlerisch festzuhalten.

**3.2.1.2 Befragungen** Um über den eigenen Erfahrungshorizont hinauszugehen, wurden formlose Befragungen von Kommilitonen, Freunden und Familie durchgeführt. Es wurde nach Gründen und Häufigkeit der Nutzung gefragt, sowie welcher emotionaler Bezug zu Abfahrts- und Ankunftsart besteht, und wie sich diese im Laufe der Reise wandeln.<sup>36</sup>

Anhand der Antworten wurden die Befragten in drei Kategorien unterteilt:

- **20-45 Minuten, mehrmals die Woche:** Die Person nimmt das Fahrzeug größtenteils in seiner Funktion die Hürde der Distanz zu verringern wahr. Der Innenraum des Zuges wird als Teil des öffentlichen Raumes empfunden. Es ist kein Ort an dem man sich tatsächlich aufhält, sondern vielmehr eine Art Wartezimmer. Die Reise wird als Zeitlich homogen wahrgenommen.
- **1-2 Stunden, ca. einmal die Woche:** Das Fahrzeug wird ähnlich wie ein Gebäude wahrgenommen in welchem man sich temporär einrichtet. Arbeit oder Unterhaltung der man auch zu Hause nachgehen würde wird mitgebracht. Personen die unter diese Kategorie fallen berichteten von *FOMO* (fear of missing out), also ein Gefühl ein wichtiges oder erfüllendes Ereignis zu verpassen welches an dem Ort, an dem sie sich gerade nicht aufhalten erlebt werden könnte.<sup>37</sup> Insbesondere wurde berichtet, dass die Reise sich grob in 5 Teile einteilen lässt: Zuerst das Gefühl des Abschieds und das verarbeiten dessen. Wenn dieses Gefühl schwindet, wird, oft in Vorfreude, darüber nachgedacht, was am Ankunftsart wartet. Als drittes kommt ein Gefühl des Zwischenzustandes auf, an dem manchmal ein Gefühl von Langeweile oder des nicht-Empfindens beschrieben wird. Vor Ende der Reise denken viele der Befragten nochmal zurück an den Abfahrtsort und was dort während ihrer Abwesenheit geschieht bevor sie sich schließlich auf die Ankunft vorbereiten und ein Gefühl des Erwartens oder des Aufbrechens über sie kommt.
- **3-5 Stunden einmal alle 6-8 Wochen:** Anders als bei den beiden anderen Kategorien, antizipieren Reisende dieser Art die Reise schon weit im Voraus und das Reisegefühl stellt sich schon oft ein bis zwei Tage vor der tatsächlichen Reise ein. Das Fahrzeug wird

---

<sup>35</sup>Rempe 2012 S. 31f

<sup>36</sup>Schaar 2019

<sup>37</sup>Bosker et al. 2012

ähnlich wie in der vorangehenden Kategorie als eine Art Gebäude wahrgenommen. Reisende dieser Kategorie, berichten nur selten von FOMO, da der Ankunftsort oft noch gar nicht oder lange nicht mehr besucht wurde und viele ungewöhnliche Erlebnisse bereithält. Oft wird die Zeit der Reise für Dinge genutzt für die im Alltag selten Zeit ist, wie zum Beispiel viel Zeit mit einem Buch zu verbringen. Die Reise verläuft meist ähnlich wie bei der vorangehenden Kategorie jedoch wird der mittlere Teil, des Zwischenzustandes meist als positiv beschrieben. Statt Langeweile oder Leere empfinden Zugreisende oft Entspannung und friedliche Gefühle oder schlafen sogar ein. Insgesamt wird die Reise, wenn keine Probleme auftreten, als angenehmer beschrieben.

**3.2.1.3 Inspiration aus kunsthistorischer Recherche** Wie sich die Geräuschkulisse die wir Menschen durch die Industrielle Revolution veränderte und wie dies unser aurikulare Wahrnehmung veränderte wurde durch die Studie der Italienischen Futuristen offensichtlich. Da der Schienenverkehr eine treibende Kraft der Industriellen Revolution war, konnte diese Assoziation bei der klanglichen Gestaltung nicht außer Acht gelassen werden. Beim erstellen der Klangobjekte, welcher zur Herstellung der interaktiven Sounds genutzt werden, wurde aus diesem Grund darauf geachtet, dass ein Bezug zu den Geräuschen des Zugverkehrs zu erkennen ist.

Das Publikum hat bei der Installation eine aktive Rolle bei der Entstehung der Klänge. So ist die Installation meist still, wenn es keine Interaktion durch den Besucher gibt. Hierdurch entsteht eine Verantwortung über die Klangerzeugung die zu einem großen Teil in den Händen des Publikums liegt. Ähnlich wie in Cages Werken, wird durch die Installation nur ein Rahmen geschaffen, in welchem das Publikum an der Entstehung eines Klangs teilhaben kann. Auch wird durch die Interaktion die Form des Zuhörens modifiziert. Denn wenn der Besucher die Verantwortung über die Erzeugung des Klangs annimmt, ist der Bezug zu den entstehenden Klängen eher vergleichbar mit jenem, welcher auch beim Ausüben eines Musikinstrumentes besteht als mit dem der beim anhören eines Konzertes herrscht. Anders als bei Cages populären stillen Werken allerdings, ist der Rahmen ein sehr fester, welcher zum Großteil von äußeren Faktoren, nur teilweise durch den Künstler und kaum durch das Publikum kontrolliert wird.

Die Klangobjekte sind größtenteils durch das modifizieren von Aufnahmen von Zügen entstanden. Das modifizieren fand jedoch nicht nach einem geordneten Prinzip statt, sondern es wurde viel mehr mit einen Feedback-Loop aus zuhören, bewerten und verändern gearbeitet. Diese Arbeitsweise war zwar bereits vor Recherchieren der experimentellen Ansätze von *Musique Concrète* und Steina Vasulka bekannt, jedoch wurde eine höhere Sicherheit im Arbeiten nach diesem Prinzip durch die Kenntnis über die Bewährtheit dieser Methoden erreicht.

Auch die Idee des *Objet Trouvé* fand Verwendung in der Herstellung der Arbeit. So handelt es sich nicht um einen fertigen Gegenstand welcher ausgestellt wird, jedoch ist die Grundsätzliche Idee, etwas Alltägliche durch den Prozess des Ausstellens zu einem Kunstwerk zu machen, grundlegend für die Installation. Die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel ist etwas mit dem die meisten Menschen in ihrem Alltag konfrontiert sind. Dem Schienen-

verkehr jedoch einen Klang zu geben und Ästhetisch darzustellen ist nicht der gewohnte Kontext und gibt dem Besucher dadurch die Möglichkeit seinen Bezug zu diesem neu zu definieren.

Der Musikbegriff von Bill Fontana, der darauf beruht, dass Musik kein Akustisches Ereignis ist, sondern ein Modus des Zuhörens, geht Hand in Hand mit dem Gedanken von John Cage, den Zuhörer auf eben diesen Modus aufmerksam zu machen. Bei der Umsetzung der Installation werden diese Prinzipien genutzt um die Geräusche von Zügen durch Soundprocessing im allgemeinen Verständnis musikalischer zu gestalten, jedoch nur genug, um dem Zuhörer welcher eben dieses allgemeine Verständnis von Musik mitbringt darauf hinzuweisen, dass die Möglichkeit besteht diese Geräusche, die uns Umgeben und häufig als störend empfunden werden, als musikalisch zu verstehen.

Als eine Art *Sound Map* des Zugverkehrs reiht sich *Vernetzt* in den aktuellen Trend der *Aural Architecture* ein, in dem es räumliche Wahrnehmung und urbane Infrastruktur durch interaktiv gesteuerte Sonification musikalisch versteht und darstellt.

### 3.2.2 Inhaltliche Beschreibung

#### 3.2.2.1 Reisegeschichten und Dramaturgie

**3.2.2.2 Personae** Aus den Befragungen entstanden zur Herstellung der Klangobjekte Personae. Der Begriff der Personae wird in diesem Fall als Darstellung einer Sammlung derer Eigenschaften einer fiktiven Person genutzt welche von außen ersichtlich sind. Sie sind stellvertretend für Eigenschaften die in fast jedem Menschen gefunden werden können und stellen als ganzes nur eine Facette der Erlebniswelt einer tatsächlichen Person dar.

Es gibt drei Personae, und jede hat ihr korrespondierendes Klangobjekt welches das Material ist, dass die Sonification in *Max* nutzt um die Klänge der Installation zu produzieren. Welches Klangobjekt benutzt wird ist Abhängig vom Zugtypen, wobei die Zugtypen so gewählt wurden, dass sie zur Art der Reise der jeweiligen Persona passen. In der Ausstellung hängen außerdem Steckbriefe zu den Personae mit den korrespondierenden Farben der Züge in der Visualisierung um den Bezug zwischen Persona und gehörtem Klang herzustellen. Im folgenden soll kurz beschrieben werden, welche Eigenschaften die Personae haben und welche Funktionen diese Eigenschaften in ihrem Verhältnis zu einem Besucher erfüllen:

- **Gabriel** ist das äquivalent zu dem mehrmals in der Woche Kurzstrecken zurücklegenden Zugreisenden. Er ist 35 Jahre alt und hat eine Festanstellung in einem mittelgroßen IT Betrieb ohne den Wunsch diese Position in absehbarer Zeit zu verlassen. Er beginnt und beendet seine Arbeit pünktlich, da ihm sein Familienleben mit seiner Frau und seinen zwei Töchtern, genau wie seine Mitgliedschaft im Lokalen Motorcrossverein sehr wichtig sind. Die Zeit im Zug zu und von seinem Arbeitsplatz nutzt er gerne um in Ruhe nachzudenken.

Sein Alter, ist ein Alter in dem die meisten Menschen einen mehr oder weniger gefestigtes Leben haben. Dieses Gefühl der Sicherheit wird weiterhin durch seine Vereinsmitgliedschaft, die Festanstellung und das Intakte Familienleben gestärkt. Ihn

ihm kann der eigene Wunsch nach Sicherheit gespiegelt werden, jedoch nicht in einem Maße, dass sich einschränkend anfühlen soll.

Er steht bei seinem Arbeitgeber für seine Interessen ein, auch wenn das bedeutet, dass er bei der nächsten Unternehmensverkleinerung eine höhere Gefahr läuft seine Anstellung zu verlieren. Außerdem geht er dem nicht ungefährlichen Hobby des Motorcross' nach. Das Motorcross fahren und seine Position als Informatiker machen seine Liebe zur Technik klar. Dies soll auf ein Ästhetikverständnis hinweisen welches sich zum Großteil auf geordnete Schönheit bezieht, jedoch nicht ausschließlich, da Motorcross als Freiluftsport auch auf eine Naturverbundenheit hinweist.

- **Julia** entspricht der Zugreisenden, welche ca. einmal in der Woche 1-2 Stunden unterwegs ist. Sie ist 23 Jahre alt und strebt aktuell ihren Bachelor in Literaturwissenschaften an. Ihr Partner ist aktuell im Praxissemester etwas über eine Stunde entfernt von ihrem Wohnort weswegen sie am Wochenende häufig den Zug nimmt. Sie wohnt auch nur 2 Zugstunden von ihren Eltern entfernt welche sie meist in der Vorlesungsfreien Zeit aber auch an manchen Wochenenden besucht.

Sie weiß noch nicht wo sie nach ihrem Bachelor hingehen wird. Ein Master in der gleichen Fachrichtung wäre eine Option aber sie interessiert sich neben Literaturwissenschaften für eine Ausbildung in Layout und Graphikdesign, da sie in ihrer Freizeit gerne zeichnet. Die Wahl des weiterführenden Ausbildungsortes wird erschwert dadurch, dass sie sowohl in der Nähe ihrer Familie als auch ihres Partners bleiben möchte.

Der Besucher kann in ihr die Unsicherheit von Wandel und einer ungewissen Zukunft nachempfinden. Jedoch steht sie gleichzeitig für den Wunsch nach Selbstverwirklichung, welcher in dieser Unsicherheit ermöglicht ist und durch ihre künstlerischen Anlagen in Literatur und Bildender Kunst verkörpert wird. Die Angst etwas zu verpassen und alle Bereiche des Lebens miteinander zu vereinen, ohne dabei viele Kompromisse eingehen zu müssen, findet sich in ihrem Abwägen über den neuen Wohnort in Abhängigkeit von Ausbildung, Familie und Liebe wieder. (*FOMO* vgl. 3.2.1.2 *Befragungen* S. 11)

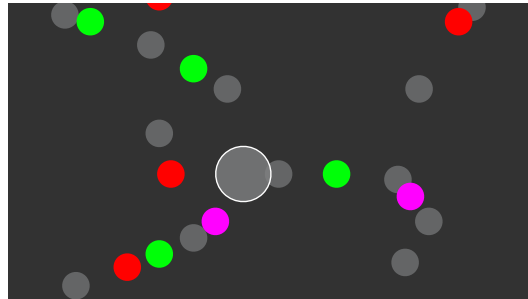
- **Leonie** fährt nur ca. alle 6-8 Wochen mit dem Zug, aber dafür 6-8 Stunden lang. Mit 28 Jahren ist Sie seit ca. 2 Jahren im Berufsalltag als Messtechnikerin. Sie genießt nach dem Ende einer langen Beziehung die neu gefundene Unabhängigkeit und ist für ihren Job in eine neue Stadt, weit weg von ihrer Heimat gezogen. Sie übernimmt in ihrem Job viel Verantwortung und eine Beförderung ist aktuell in Sicht. Obwohl sie viel Zeit im Büro verbringt hilft sie am Wochenende auf einem Gnadenhof, da sie schon von klein auf eine besondere Bindung zu Tieren empfindand.

In einer Männerdomäne arbeitend ist sie mit unkooperativen männlichen vorgesetzten konfrontiert weswegen sie sehr widerstandsfähig ist. Dadurch verkörpert sie die Stärke auch unter schweren Umständen entschlossen voranzuschreiten. In dieser Entschlossenheit und Unabhängigkeit spiegelt sie jedoch auch die Gefühle der Einsamkeit der Besucher wider. In Leonies Arbeit auf dem Gnadenhof können Besucher sich in ihrem Selbstverständnis als vielseitig und manchmal missverstanden wiederfinden.

### 3.2.2.3 Zwischenzustände

### 3.2.2.4 Bedeutung von Raum

## 3.2.3 Raumkonzept/Aufbau



**Abbildung 3.3:** Screenshot eines Ausschnittes der Visualisierung in p5: Züge in Farben nach Typ, Haltestellen grau und Cursor weiß umrandet.

**3.2.3.1 Nutzung von Graphik** Die Graphische Darstellung hat die Aufgabe das Interaktionsprinzip deutlich zu machen und Hinweise auf den Inhalt zu geben. Grundsätzlich gibt es 4 verschiedene Visuelle Elemente.

Haltestellen werden als graue Kreisflächen dargestellt die so auf der Visualisierung verteilt sind wie sie auf einer Landkarte zu finden wären. Sie sind grau gehalten und liegen auf der hintersten Ebene um darzustellen, dass sie Teil des Hintergrundes sind.

Züge sind je nachdem welcher Persona bzw. welchem Zugtypen sie zugeordnet sind farbige Kreisflächen in grün für Gabriel/regional, rot für Julia/überregional und pink für Leonie/Fernverkehr. Sie bewegen sich in Echtzeit über die Karte.

Dann gibt es den Cursor, welcher als weiße Kreisfläche dargestellt wird. Die Kreisfläche ist durchsichtig und liegt auf der obersten Ebene um zu kommunizieren, dass sie nicht Teil der Karte selbst ist sondern nur der Beobachter dieser Karte, der Rand ist blickdicht um eine Lupe anzumuten. Er ist außerdem größer als die anderen Elemente, um seine Wichtigkeit darzustellen. Er wird vom Nutzer durch einen Trackball in der Mitte des Aufbaus gesteuert.

Berührt der Cursor einen der Züge erscheint das vierte Element: ein wachsender und immer durchsichtiger werdender Kreis der von dem berührten Zug ausgeht. Die Animation dauert so lange wie die Sonifikation die von diesem Zug ausgeht damit der Nutzer sehen kann, von welchen Zügen aktuell Klänge produziert werden. Zusätzlich ist auf diesem Kreis ein Textelement, welches den Start- und Endbahnhof des Zuges anzeigt. Dies wurde hinzugefügt um einen Hinweis darauf zu geben, dass es sich bei den Kreisflächen um Züge handelt. Da die Installation die Haltestellen des Bundeslandes nutzt indem sie ausgestellt wird, können Nutzer evtl. sogar Zugverbindungen decken die sie schon genutzt haben, wodurch sie einen Persönlichen Bezug zu dem Kunstwerk herstellen können.

Zusätzlich zu der graphischen Darstellung soll der Trackball in der Farbe des zuletzt berührten Zuges leuchten, um den Bezug zwischen Trackball und Graphik zu verdeutlichen.

**3.2.3.2 Nutzung von Lautsprechern** Für den Aufbau wurde ein quadrophonischer Aufbau mit Subwoofer gewählt. Ein klassisches 5.1 Setup wurde in Erwägung gezogen, der Lautsprecheraufbau hat aber keinen Grund unsymmetrisch zu sein, da die Richtung der Graphischen Darstellung nur optisch im Vordergrund steht, und keine besonderen Akustischen Impulse als von der Darstellung kommend verstanden werden sollen.

Der Subwoofer ist möglichst nah am Interaktionsinterface, damit dieser auch möglichst nah am Interagierenden Besucher ist. Diese Position wurde gewählt, weil der Tieftonanteil nicht ortbar sein soll, sondern nur eine unterstützende Funktion hat

Die Klänge die von den Zügen erzeugt werden, sollen so um den interagierenden Besucher verteilt sein wie sein der Visualisierung um den Cursor verteilt sind. Die visuelle Darstellung befindet sich jedoch auf der ZY Ebene, welche von einem Surround Aufbau nicht dargestellt werden kann, da dafür Höheninformationen von Nöten wären. Aus diesem Grund wird die Räumliche Verteilung von der ZY Ebene auf der Darstellung um 90° vom Besucher weg gekippt um auf der XY Ebene zu liegen.

So wird der Quadrophonische Aufbau genutzt um die XY Ebene akustisch zu füllen. Es werden basierend auf der Distanz der Züge zum Cursor außerdem Halleffekte genutzt um die Illusion eines akustischen Raumes zu verbessern.

**3.2.3.3 Raum als Medium für Schall** Außerhalb des virtuellen akustischen Raumes gibt es allerdings noch den echten akustischen Raum in dem die Installation aufgebaut wird. Es wurde bei der Gestaltung der Klänge darauf geachtet keine starken Impulse zu verwenden sondern eher langsam anschwellende Klänge zu verwenden um die Aufmerksamkeit des Besuchers nicht auf die Raumakustik zu lenken. Trotzdem spielt der Ausstellungsraum eine Rolle da es keine Lautsprecher außerhalb der Ebene gib, womit alle Höheninformationen von den Reflexionen des Ausstellungsraumes kommen. Aus diesem Grund gibt es im Soundprocessing die Möglichkeit den virtuellen Hallraum anzupassen. Die Einstellung soll so vorgenommen werden, dass sich der virtuelle Hall und der Raumhall bestmöglich ähneln, damit die Installation sich nahtlos in den Ausstellungsraum einfügt.

Dieses unauffällige Einfügen in den Raum ist gewünscht, da die Installation in ihrer Funktion als Sound Map einen Bezug zu ihrer Umgebung herstellen soll. So wie die Karte sich an das Bundesland des Ausstellungsortes anpasst, soll sich der akustische Raum der durch sie erzeugt wird an den Ausstellungsraum anpassen.

## **4 Umsetzung**

### **4.1 Entwicklung der Klangobjekte**

#### **4.1.1 Aufgabe der Klangobjekte**

Zunächst sollte ein Bezug zu den Geräuschen des Zugverkehrs zu erkennen sein, um einen Bezug zu dem akustischen Gedächtnis der Besucher herzustellen. Das charakteristische Schleifen der Räder auf den Gleisen ist ein Klang der sowohl durch aufnahmen von eben diesem Geräusch als auch durch die Auswahl von Synthetische klängen in die resultierenden Klangobjekte eingebaut wurde. Auch der typische immer wieder ansteigende Sinus-ähnliche

Ton welcher von Elektromotoren von modernen Zügen produziert wird wurde durch Sägezahn LFOs welche eine die Frequenz eines Trägertons modulieren emuliert. Schnellere LFOs welche die Frequenz von breitbandigen Trägersignalen modulierten wurden genutzt um das Vorbeischnellen von Zugwagons und den dabei entstehenden Dopplereffekt zu emulieren.

Der Dopplereffekt beschreibt ein Phänomen, bei welchem sich die Frequenz einer Welle erhöht, wenn der emittierende Körper sich auf den Beobachter zubewegt, da die Welle gestaucht wird. Das Gegenteil ist der Fall bei Körpern die sich von einem Beobachter wegbewegen.<sup>38</sup> Im Falle von Zugwagons, ist dies insbesondere bei Güterzügen bemerkbar, da genug Abstand zwischen den einzelnen Wagons ist, dass sie als einzelne akustische Körper wahrgenommen werden können.

#### 4.1.2 Bezug auf Personae

#### 4.1.3 Dramaturgie

#### 4.1.4 Algorithmen & Klangästhetik

### 4.2 Webscraping & P5js

#### 4.2.1 Verwendete Datenquellen & APIs

Das Webscraping besteht aus zwei Node.js (vgl. 3.1.2 *Ansätze mit Webscraping* S. 9) Programmen: *getStrecken.js* und *extractStations.js*.

*getStrecken.js* bekommt eine Liste mit URLs der Strecken auf *Zugfinder.de* welche in der Installation angezeigt werden sollen. Für jeden dieser URLs macht das Programm ein HTTP Request aus welchem es mit Hilfe des *dom-parsers* die Namen der Haltestellen sowie deren Position auf der Darstellung entnimmt und die um diese Parameter ergänzte Liste unter *strecken.json* speichert. Die Position der Haltestellen ist wichtig für die spätere Darstellung in *p5js*, da dadurch die relative Position der Züge zu den Haltestellen berechnet wird. *dom-parser* ist eine Erweiterung für Node.js um HTML, die Markup Sprache mit der *Zugfinder.de* arbeitet, effektiv zu parsen.<sup>39</sup>

*extractStation.js* hat die Funktion aus dem durch *getStrecken.js* angefertigten Datensatz eine Karte herzustellen. Es sammelt alle darin enthaltenen Haltestellen in einer Liste, entfernt die Duplikate und formatiert aus dieser neuen Liste einen API Request an die Google Distance Matrix API, welche die geographischen Koordinaten dieser Haltestellen zurückgibt. Diese Koordinaten werden in der Liste der in *strecken.json* vorkommenden Haltestellen ergänzt und als *map.json* abgespeichert.

#### 4.2.2 P5 Programmbeschreibung

#### 4.2.3 Kommunikation

UDP ist ein Netzwerk Nachrichtenprotokoll, welches auf Handshakes verzichtet und deswegen einfach zu nutzen ist<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup>Schmüser 2013 S. 147

<sup>39</sup>Ershov-konst (Pseudonym) n.d.

<sup>40</sup>Fairhurst and Eggert 2008



## 4.3 Max

### 4.3.1 Kommunikation

### 4.3.2 Steuerung

### 4.3.3 Signal Processing

## 4.4 Hardware

### 4.4.1 Komponenten

Der Aufbau der Installation Besteht aus folgenden Elementen:

Stk.	Bezeichnung	Kabeltyp
4	Full range Monitore auf Stativen	XLR zu TRS
1	Subwoofer	XLR zu TRS
1	Full HD Beamer	HDMI
1	Leinwand 168*200cm	-
1	Trackball	USB-A
1	Teensy mit RGB-LED	mikro USB-B zu A
1	MDF Möbel, 100cm höhe	-
1	Focusrite Scarlett 18i20 Audiointerface	USB-C zu A
1	Mac Mini mit <i>Max</i> , <i>p5js</i> und Internetzugriff	-

Der Mac Mini ist das Herz der Installation. Auf ihm Laufen die beiden Software Komponenten, die jeweils für Webscraping+Visualisierung und Sonification zuständig sind. An ihn angeschlossen sind über HDMI der Beamer welcher die Darstellung auf die Leinwand projiziert. Über USB sind drei weitere Geräte angeschlossen.

Einerseits das Audiointerface, dass die digitalen Audiosignale des Rechners in Analoge Signale umwandelt und diese an die Lautsprecher weitergibt. Zweitens der Trackball welcher dem Nutzer erlaubt die Cursorposition zu verändern.

Als drittes ist ein Teensy angeschlossen. Teensy ist eine Art Microcontroller welcher in der Lage ist über USB als MIDI gerät angeschlossen zu werden. Für ihn kann Software in einer modifizierten Version der Programmiersprache C entwickelt werden.<sup>41</sup> In diesem Fall läuft lediglich eine Software auf dem Controller, welche empfangene MIDI Control Change Nachrichten in Spannungen für den Roten, Grünen und Blauen Anteil einer RGB-LED umwandeln.

Das MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) Protokoll ist ein Standard zur Übertragung von musikalischen Informationen.<sup>42</sup> MIDI Control Messages sind eine besondere Art von MIDI Nachricht welche bei der Kontrolle von Synthesizern für alle nicht im MIDI Protokoll spezifizierten Funktionen genutzt werden kann, sie hat eine Auflösung von 7 Bit.<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup>PJRC n.d.

<sup>42</sup>MIDI Manufacturers Association 1996 S. 1

<sup>43</sup>MIDI Manufacturers Association 1996 S. 4ff

#### 4.4.2 Aufbau

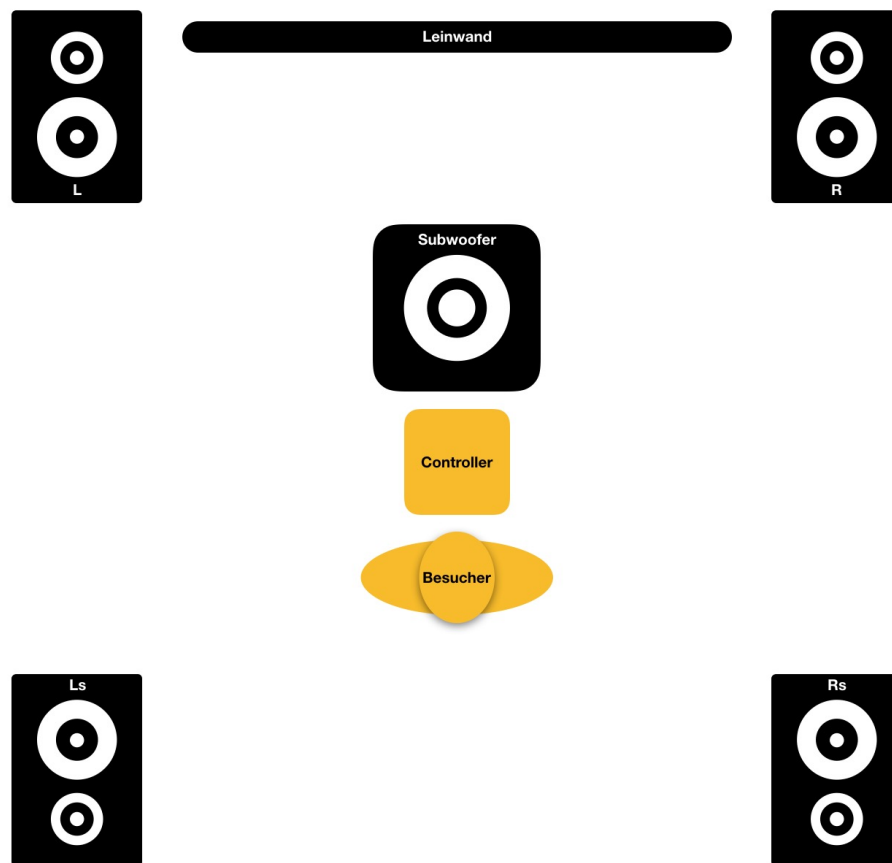


Abbildung 4.1: Raumlays mit Lautsprecherpositionen

## 5 Evaluierung

### 5.1 Beschreibung der Befragung

#### 5.1.1 Fragebogen

#### 5.1.2 Limitierungen

### 5.2 Gewonnene Erkenntnisse

## 6 Ausblick

### 6.1 Mögliche Erweiterungen

### 6.2 Mögliche Ausstellungsorte

## 7 Danksagungen

## Literaturverzeichnis

- “Articulate — Bill Fontana: Hear, Now. Articulate.” 2018. <https://www.articulateshow.org/articulate/bill-fontana-hear-now>.
- Ball, Chris. 2003. “Screen-Scraping with WWW::Mechanize. Perl.com.” January 22, 2003. <https://www.perl.com/pub/2003/01/22/mechanize.html/>.
- Bonin, Vincent. 2003. “Steina and Woody Vasulka Fonds : Steina and Woody Vasulka Fonds.” 2003. <http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=422>.
- Bosker, Bianca, Victoria Clark, Dan Herman, Priya Parker, and Marc A. Smith. 2012. “Fear of Missing Out (FOMO).” [http://www.jwtintelligence.com/wp-content/uploads/2012/03/FJ\\_WT\\_FOMO-update\\_3.21.12.pdf,%20Zugriff%20über%20Wayback%20Machine%20via%2026.6.2015](http://www.jwtintelligence.com/wp-content/uploads/2012/03/FJ_WT_FOMO-update_3.21.12.pdf,%20Zugriff%20über%20Wayback%20Machine%20via%2026.6.2015).
- Brindle, R. S. 1987. *The New Music: The Avant-Garde Since 1945*. Oxford University Press. <https://books.google.de/books?id=-SiFAAAIAAJ>.
- Carré d’Art - Interviewer unbekannt. 2014. “Interview de Bill Fontana, à L’occasion de L’exposition Moving. Norman Foster on Art,” <https://www.youtube.com/watch?v=1ZSdvcaQ32Y>.
- ershov-konst (Pseudonym). n.d. “Dom-Parser. Npm.” Accessed January 22, 2020. <https://www.npmjs.com/package/dom-parser>.
- Fairhurst, Godred, and Lars Eggert. 2008. “Unicast UDP Usage Guidelines for Application Designers.” November 2008. <https://tools.ietf.org/html/rfc5405>.
- Fontana, Bill. 1996. “BORROWED LANDSCAPES the Sound Sculptures of Bill Fontana 1973 to 1996.” 1996. <https://www.resoundings.org/PDF/fontanasoundsculpture.pdf>.
- . n.d. “Bill Fontana Artists Statement. Resoundings.” Accessed January 11, 2020. <https://resoundings.org/Pages/Artistsstatement.html>.
- Forschungsdatenzentren Der Statistischen Ämter Des Bundes Und Der Länder. 2016. “Mikrozensus 2016.” RDC of the Federal Statistical Office; the statistical offices of the Länder (RDC). <https://doi.org/10.21242/12211.2016.00.00.1.1.1>.
- Föllner, Golo. 2020. “Medien Kunst Netz Schaeffer, Pierre: Études aux chemins de fer.” Text. January 10, 2020. <http://www.medienkunstnetz.de/werke/etude-aux-chemins-de-fer/>.
- Gale, Matthew. 2009. “Objet Trouvé.” Originally in the Oxford University Press, provided by the MoMA. <https://web.archive.org/web/20100620150735/http://moma.org/collection/theme.php?theme;d=10135>.
- Gayford, Martin. 2008. “Duchamp’s Fountain: The Practical Joke That Launched an Artistic Revolution - Telegraph. The Telegraph.” 2008. <https://www.telegraph.co.uk/culture/art/3671180/Duchamps-Fountain-The-practical-joke-that-launched-an-artistic-revolution.html>.
- Google. n.d. “Get Started Distance Matrix API. Google Developers.” Accessed January 17, 2020. <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/start?hl=>

de.

- Joseph, Branden W. 1997. "John Cage and the Architecture of Silence." *October* 81:80. <https://doi.org/10.2307/779020>.
- LaBelle, Brandon. 2010. *Background Noise : Perspectives on Sound Art*. New York: Continuum.
- MIDI Manufacturers Association. 1996. "The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification." MMA.
- OpenJS Foundation. n.d. "About. Node.js." Accessed January 17, 2020. <https://nodejs.org/en/about/>.
- O'Reilly, Rob, Alex Khenkin, and Kieran Harney. 2009. "Sonic Nirvana: Using MEMS Accelerometers as Acoustic Pickups in Musical Instruments." *Analog Dialogue*, no. 43 (February):4. <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/mems-accelerometers-as-acoustic-pickups.html#>.
- Ouzounian, Gascia. 2016. "Recomposing the City: New Directions in Urban Sound Art." *Journal of Sonic Studies*, no. 11 (March). <https://www.researchcatalogue.net/view/236505/236507>.
- PJRC. n.d. "Teensy USB Development Board." Accessed January 22, 2020. <https://www.pjrc.com/teensy/>.
- Pulkki, Ville, and Matti Karjalainen. 2016. *Communication Acoustics: An Introduction to Speech, Audio and Psychoacoustics*. Wiley.
- Rempe, Christina. 2012. "Zur Bedeutung von Individualistischer Und Kollektivistischer Orientierung Für Die Ausprägung Verschiedener Foci Der Identifikation Und Bindung." November 23, 2012. <http://opus.uni-lueneburg.de/opus/volltexte/2012/14227/pdf/DissertationRempeINAL102012.pdf>.
- Rocchesso, Davide, Stefania Serafin, Frauke Behrendt, Nicola Bernardini, Roberto Bresin, Gerhard Eckel, Karmen Franinovic, et al. 2008. "Sonic Interaction Design: Sound, Information and Experience." In *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 3969–72. CHI EA '08. Florence, Italy: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1358628.1358969>.
- Russolo, Luigi. 1967. "The Art of Noise (Futurist Manifesto 1913)." Translated by Robert Filliou. *Great Bear Pamphlet*, 16.
- Schaar, Henning. 2019. "Gedächtnisprotokoll - Befragungen Zu Zugreisen."
- Schmüser, Peter. 2013. *Theoretische Physik Für Studierende Des Lehramts 2*. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-25395-9>.
- Schubert, Johannes. n.d. "Zugfinder.de. Zugfinder 4.0." Accessed January 17, 2020. <https://www.zugfinder.de/>.
- Schumacher, Janey. 2018. "Museum in Bad Cannstatt: Von der Straßenbahnwelt zum Museum. stuttgarter-nachrichten.de." August 5, 2018. <https://www.stuttgarter-na>

- chrichten.de/inhalt.museum-in-bad-cannstatt-von-der-strassenbahnwelt-zum-museum.79195a8a-fada-4863-bbbd-cdc3129ed29b.html.
- Spielmann, Yvonne. 2004. "Steina : Violin Power, 1978." 2004. <http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=485>.
- . 2005. *Video and Computer : The Aesthetics of Steina and Woody Vasulka*. [Montréal, Qc]: Fondation Daniel Langlois pour l'art, la science et la technologie. <http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=461>.
- Statista. 2014. "Führen einer Fernbeziehung in und außerhalb Deutschlands 2014. Statista." 2014. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/312630/umfrage/umfrage-in-deutschland-zum-fuehren-einer-fernbeziehung/>.
- Thulin, Samuel. 2018. "Sound Maps Matter: Expanding Cartophony." *Social & Cultural Geography* 19 (2):192–210. <https://doi.org/10.1080/14649365.2016.1266028>.
- Vasulka, Steina. 1977. *Steina's 'Orbital Obsessions'*. <https://www.nytimes.com/video/arts/design/100000001521593/steinas-orbital-obsessions.html>.
- Worall, David. 2019. *Sonification Design : From Data to Intelligible Soundfields*. Springer International Publishing. <https://hds.hebis.de/hda/Record/HEB451270061>.