

ELIAS SUSKE

# RHYTHMUSGERÄT PROTOTYPING MUSICAL INTERFACES



RHYTHMUSGERÄT PROTOTYPING MUSICAL INTERFACES

Elias Suske

Interfacesdesign

Fachhochschule Potsdam

2019

# RHYTHMUSGERÄT

## PROTOTYPING MUSICAL INTERFACES

**Bachelor Thesis**

Rhythmusgerät  
Prototyping Musical Interfaces

**Eingereicht von**

Elias Suske  
Interfacedesign  
Matrikelnummer: 13389

**Bearbeitungszeitraum**

Oktober 2018 bis Januar 2019

**Betreuung**

Myriel Milicevic  
Lina Wassong

**Fachhochschule Potsdam**

Kiepenheuerallee 5  
14469 Potsdam

**2018 / 2019**

# INHALT

|          |   |    |  |  |  |
|----------|---|----|--|--|--|
| <b>1</b> | <b>BACHELOR THESIS</b>                            |    |  |  |  |
| 1.1      | Einleitung  | 9  |  |  |  |
| 1.2      | Technologie in der Musikproduktion                | 11 |  |  |  |
| 1.3      | Tinker und Maker                                  | 13 |  |  |  |
| 1.4      | Persönliche Motivation                            | 14 |  |  |  |
| 1.5      | Designziel  | 15 |  |  |  |
| <b>2</b> | <b>THEORETISCHE GRUNDLAGEN</b>                    |    |  |  |  |
| 2.1      | Elektronische Musik                               | 18 |  |  |  |
| 2.1.1    | Evolution der Definition                          |    |  |  |  |
| 2.2      | Musikalische Interfaces                           | 22 |  |  |  |
| 2.2.1    | Digital Musical Instrument Model                  |    |  |  |  |
| 2.2.2    | Generische und spezifische Controller             |    |  |  |  |
| 2.2.3    | MIDI  |    |  |  |  |
| 2.2.4    | Sequenzler  |    |  |  |  |
| 2.3      | Klangexploration                                  | 34 |  |  |  |
| 2.3.1    | Zufall, Exploration und Kontrollverlust           |    |  |  |  |
| 2.4      | Gestaltungspotential                              | 38 |  |  |  |
| 2.4.1    | Designvorschläge von Gelineck and Serafin         |    |  |  |  |
| 2.4.2    | Gestaltungsüberlegungen von Miranda und Wanderley |    |  |  |  |
| 2.5      | Bestehende Lösungen                               | 43 |  |  |  |
| 2.5.1    | Dadamachines – Gegenstände und Ihre Klänge        |    |  |  |  |
| 2.5.2    | Reactable – Der Sound-Sandkasten                  |    |  |  |  |
| 2.5.3    | Pocket Operator – Spielzeug oder Werkzeug?        |    |  |  |  |
| <b>3</b> | <b>RHYTHMUSGERÄT PROTOTYPING</b>                  |    |  |  |  |
| 3.1      | Hintergrund                                       | 52 |  |  |  |
| 3.1.1    | Theorie Einfluss                                  |    |  |  |  |
| 3.2      | Ideationsprozess eines musikalischen Interfaces   | 53 |  |  |  |
| 3.2.1    | Von der Idee zum Konzept                          |    |  |  |  |
| 3.2.2    | Physische und digitale Experimente                |    |  |  |  |
| 3.2.3    | Form und Design                                   |    |  |  |  |
| 3.2.4    | Einschränkungen                                   |    |  |  |  |
| 3.3      | Rhythmusgerät                                     | 61 |  |  |  |
| 3.3.1    | Konzepterläuterung                                |    |  |  |  |
| 3.3.2    | Rhythmus, Polyrhythmus und Polymetrum             |    |  |  |  |
| 3.3.3    | Mehrere Rhythmen – gleiche Zeit                   |    |  |  |  |
| 3.3.4    | Gleicher Rhythmus – mehrere Metren                |    |  |  |  |
| 3.4      | Funktionen  | 72 |  |  |  |
| 3.4.1    | Hauptanzeige                                      |    |  |  |  |
| 3.4.2    | Funktionen  |    |  |  |  |
| 3.4.3    | Anschlüsse  |    |  |  |  |
| 3.5      | Entwurf   | 82 |  |  |  |
| 3.5.1    | Bauteile  |    |  |  |  |
| 3.5.2    | Technische Umsetzung                              |    |  |  |  |
| 3.5.3    | Konstruktion                                      |    |  |  |  |
| 3.6      | Ausblick  | 86 |  |  |  |
| 3.7      | Fazit   | 87 |  |  |  |
| <b>4</b> | <b>ANHANG</b>                                     |    |  |  |  |
| 4.1      | Literaturverzeichnis                              | 90 |  |  |  |
| 4.2      | Abbildungsverzeichnis                             | 92 |  |  |  |
| 4.3      | Eidesstattliche Erklärung                         | 94 |  |  |  |
| 4.4      | Impressum   | 95 |  |  |  |

# **BACHELOR THESIS**

EINLEITUNG

TECHNOLOGIE IN DER

MUSIKPRODUKTION

TINKER UND MAKER

PERSÖNLICHE MOTIVATION

DESIGNZIEL

**FURTHERMORE, WE  
KNOW THAT LISTENING  
TO MUSIC IS ONE OF THE  
MOST PLEASURABLE  
EXPERIENCES TO HUMANS**

1.1

## **EINLEITUNG UND KONTEXT**

Die Musikproduktion hat sich in den letzten Jahrzehnten stärker weiterentwickeln und verändert als jemals zuvor. Der technologische Fortschritt ermöglicht Musikschaaffenden noch nie da gewesene Möglichkeiten in musikalischer Interaktion und Klanggestaltung. Der Computer stellt mittlerweile wohl das flexibelste Instrument der Welt dar und dieser Entwicklung entspringen regelmäßig neue Konzepte von Hard- und Softwareprodukten. Durch die hohe Verfügbarkeit nutzen immer mehr Menschen die Möglichkeiten dieser Technologien und erforschen das Feld des elektronischen Klangs.

Diese Arbeit bildet den gesamten Gestaltungsprozess eines musikalischen Interfaces, von der Idee bis zur Fertigung, ab. In vielen Iterationen und mit einigem Theorieeinfluss entsteht letztendlich Stück für Stück das Endprodukt. Design- und Konstruktionsentscheidungen werden erläutert und darüber hinaus wird auch der Ideationsprozess des Interfaces beleuchtet. Die Dokumentation bildet neben der Konzeptentwicklung und Ausführung auch die Fehlschläge, verworfene Ideen oder Probleme ab, um den Lesenden einen gesamtheitlichen Überblick über den Prozess zu ermöglichen.

Dementsprechend illustriert der Aufbau dieser Arbeit eine chronologische Abfolge des Entwicklungsprozesses. Nach einer Kontexterläuterung bildet eine Recherche den theoretischen Hintergrund. Im Anschluss werden bestehende Lösungen untersucht, um letztendlich zur Konzepterstellung eines neuen Prototypen zu gelangen. Dieses Interface vereint die untersuchten Themengebiete zu einem Produkt, welches im Zuge dieser Arbeit geplant und umgesetzt wird.

## 1.2 TECHNOLOGIE IN DER MUSIKKREATION VON DAMALS BIS MORGEN



Abb. 1.1: Arduino UNO. Der klassische Mikrocontroller für den Start in das Thema „Physical Interface“. Nicht sehr leistungsfähig aber dafür sehr flexibel und eine große Community.



Abb. 1.2: Teensy 3.6. Ähnlich wie Arduino, nur um einige Features und um Leistung ergänzt. Ein gängiger Mikrocontroller für leistungintensive Audio Anwendungen.



Abb. 1.3: Raspberry Pi 3 B+. Kein Mikrocontroller sondern ein „Mini-Computer“. Auf diesem kleinen Board läuft Linux, Bildschirme können angeschlossen werden, oder auch Netzwerkanwendungen sind mit dem RPI üblich.

Musik ist eine der emotional anregendsten Dinge, welche wir Menschen mit unseren Sinnen erfahren können. Die ersten Musikinstrumente, zum Beispiel Knochenflöten, sind rund 35.000 Jahre alt (vgl. Wikipedia, 2018). Seither musizieren und experimentieren Menschen in allen nur erdenklichen Formen und Facetten mit Klang, Rhythmus und Harmonie. War Musik einst etwas Temporäres und an den Ort und dessen Gegebenheiten gebunden, sollte sich diese Eigenschaft Anfang des 20. Jahrhunderts durch die Erfindung von Aufnahmegeräten schlagartig verändern. Das Konservieren von Musik, und die Möglichkeit sie unabhängig von Zeit und Raum wiederzugeben, ebnete den Weg für eine ganze Industrie, so wie wir sie heute kennen. Doch rasch folgte der nächste Fortschritt: die elektronische Klangsintese. Musik war nicht mehr an das akustische Instrument gebunden, sondern Töne konnten durch elektronische Schaltkreise erzeugt und manipuliert werden. Eine neue Art von Klang wurde entdeckt.

Seither hat Technologie die Landschaft der Musikproduktion grundlegend verändert und ist mittlerweile untrennbar mit dem Kreativeprozess verbunden. Die stetige Entwicklung von Audio Hard- und Software gibt Musikschaffenden neue Werkzeuge zur Hand, welche den Musik-Produktionsprozess in all seinen Facetten unterstützen können. Computerprogramme können Melodien automatisch komponieren, künstliche Intelligenzen entwickeln algorithmisch neue Klangwelten und Datenbanken voll mit kuratierten Soundpaketen bieten umfangreiche Inspirationsquellen. Hinzu kommen unzählige neue elektronische Instrumente und musikalische

**INDEPENDENT MUSIC PRODUCTION, OFTEN VIEWED AS A NICHE-DRIVEN AND GENRE-SPECIFIC PRACTICE RESTRICTED TO ISOLATED AND FRAGMENTED COMMUNITIES LACKING FINANCIAL AND TECHNOLOGICAL RESOURCES, GENERATES A WEALTH OF CREATIVE WORK AND OPPORTUNITIES FOR ENTREPRENEURSHIP.**

Daniel A. Walzer, 2017

Interfaces, welche die komplexen und diversen Arbeitsvorgänge innerhalb der Musikproduktion unterstützen und maßgeblich mitgestalten.

Daniel A. Walzer schreibt in einem Artikel über die sich durch diese Entwicklung resultierende Verschiebung innerhalb der Musikindustrie (Walzer, 2017). Zwar kontrollieren sogenannte „Major Labels“, also die größten Musikunternehmen, fast 70% des Marktes (vgl. Music Industry Blog, 2017), doch die technologischen Innovationen, sowohl in Soft- und Hardware, als auch neue, zugängliche Distributionswege ermächtigen Musikschafter zu künstlerisch unabhängigen Produktionen. Diese vielschichtige kulturelle, technische aber auch ideologische Veränderung der Musikwelt, führt Walzer unter anderem auf eine signifikante Evolution der DIY (Do It Yourself) Kultur zurück (vgl. Walzer, 2017).

### 1.3 **TINKER UND MAKER** DO IT YOURSELF

Waren industrielle Fertigungsmethoden und technologische Innovationen in der Vergangenheit eher großen Unternehmen vorbehalten, sind sie heute zugänglicher denn je. Eine Vielzahl an Onlineshops vertreiben Mikrochips, Sensoren oder spezifische elektronische Bauteile. Platinen, Sonderanfertigungen und umfangreiche Prototypen können heute privat entwickelt und in Einzelanfertigungen oder Kleinserien produziert werden. Und auch der Wissensaustausch hat sich durch die globale Vernetzung beschleunigt und schlägt sich in Form von einer aktiven Open Source Community nieder. Entwickler\*innen auf der ganzen Welt treffen in digitalen Foren zusammen, um sich in spezifischen Fragen zu helfen oder sich auszutauschen. Plattformen wie „GitHub“ unterstützen dieses digital-kollaborative Arbeiten und

stellen die Ergebnisse gut dokumentiert und öffentlich zur Verfügung. Sogenannte „Development Boards“ wie „Arduino“ oder „Raspberry Pi“ sind Open-Source Hardware-Plattformen, welche einen niederschweligen Einstieg in die Welt der Elektronik, Sensorik und die Programmierung von Maschinen ermöglichen. Wir finden uns in einem sogenannten „Maker Zeitalter“ wieder (vgl. techopedia, 2018), indem wir die Entwicklung von Produkten von der Idee bis zur Distribution selbst gestalten können. Diese Umstände sind für die Welt der Musikproduktion eine große Chance: Es entstehen elektronische Instrumente und Werkzeuge, welche in ihrem Sound und ihren Interaktionsmöglichkeiten neuartig sind und Musizierenden neue Wege der Klangexploration erlauben. Zusätzlich entwickeln viele Künstler\*innen maßgeschneiderte Lösungen, um ihre individuellen, kreativen Prozesse zu fördern oder bestehende Systeme werden gehackt und mit Funktionen erweitert.

## **PERSÖNLICHE MOTIVATION GRAFIK MUSIK UND INTERFACE**

Ich werde als Grafik-, Kommunikations- und Interfacedesigner regelmäßig in meinem kreativen Potential gefordert. Doch auch in meiner Leidenschaft zur Musik, sowohl als Instrumentalist als auch in der Musikproduktion, finde ich mich immer wieder mit ähnlichen Kreativprozessen konfrontiert. Ich verstehe Kreativität als erfinderisch, problemlösend und als jenen Teil des Menschseins, welcher uns motiviert, von unseren üblichen Denkmustern loszulassen, um Neues wahrzunehmen. Meine Affinität für Musik, Technologie und Interfacedesign hat sich schließlich in der Gestaltung von Audio Hardware vereint. Die Entwicklung eigener Prototypen

### 1.4

während der letzten Jahre haben mir ein Verständnis und ein Interesse für diesen Nischenbereich von „Physical Interfaces“ ermöglicht. Es bereitet mir Freude, Musikschaffende – nicht zuletzt mich selbst – in ihren kreativen Prozessen zu analysieren, um eine Optimierung des Workflows zu erreichen. Hierfür faszinieren mich die Möglichkeiten neuer Technologien, doch sehe ich auch eine Verantwortung des Interfacedesigns, diese Innovationen kritisch zu hinterfragen und auf ihre Sinnhaftigkeit zu prüfen.

## 1.5 **DESIGNZIEL EIN MUSIKALISCHER PROTOTYP**

Diese Arbeit widmet sich physischen musikalischen Interfaces und untersucht deren Gestaltbarkeit im Bezug auf kreative Prozesse im Kontext der Musikproduktion. Ein spezieller Fokus dabei liegt auf der Klangexploration, also dem spielerischen Entdecken und Manipulieren von Sound. Welche Interaktion oder welchen Klang gibt ein Interface mit seinem Charakter und seiner Funktionalität vor und inwiefern hat es eine Relevanz für das entstandene musikalische Produkt?

Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für die Entwicklung eines eigenen physischen Prototypen mit dem Ziel, einerseits musikalische Interfaces besser zu begreifen und andererseits die Anwendenden – nicht zuletzt mich selbst – in ihrer Musikproduktion zu unterstützen und neue kreative Wege aufzuzeigen.

# **THEORETISCHE GRUNDLAGEN**

ELEKTRONISCHE MUSIK  
MUSIKALISCHE INTERFACES  
KLANGEXPLORATION  
GESTALTUNGSPOTENTIAL  
BESTEHENDE LÖSUNGEN

# ELEKTRONISCHE MUSIK

## EIN NEUER KLANG

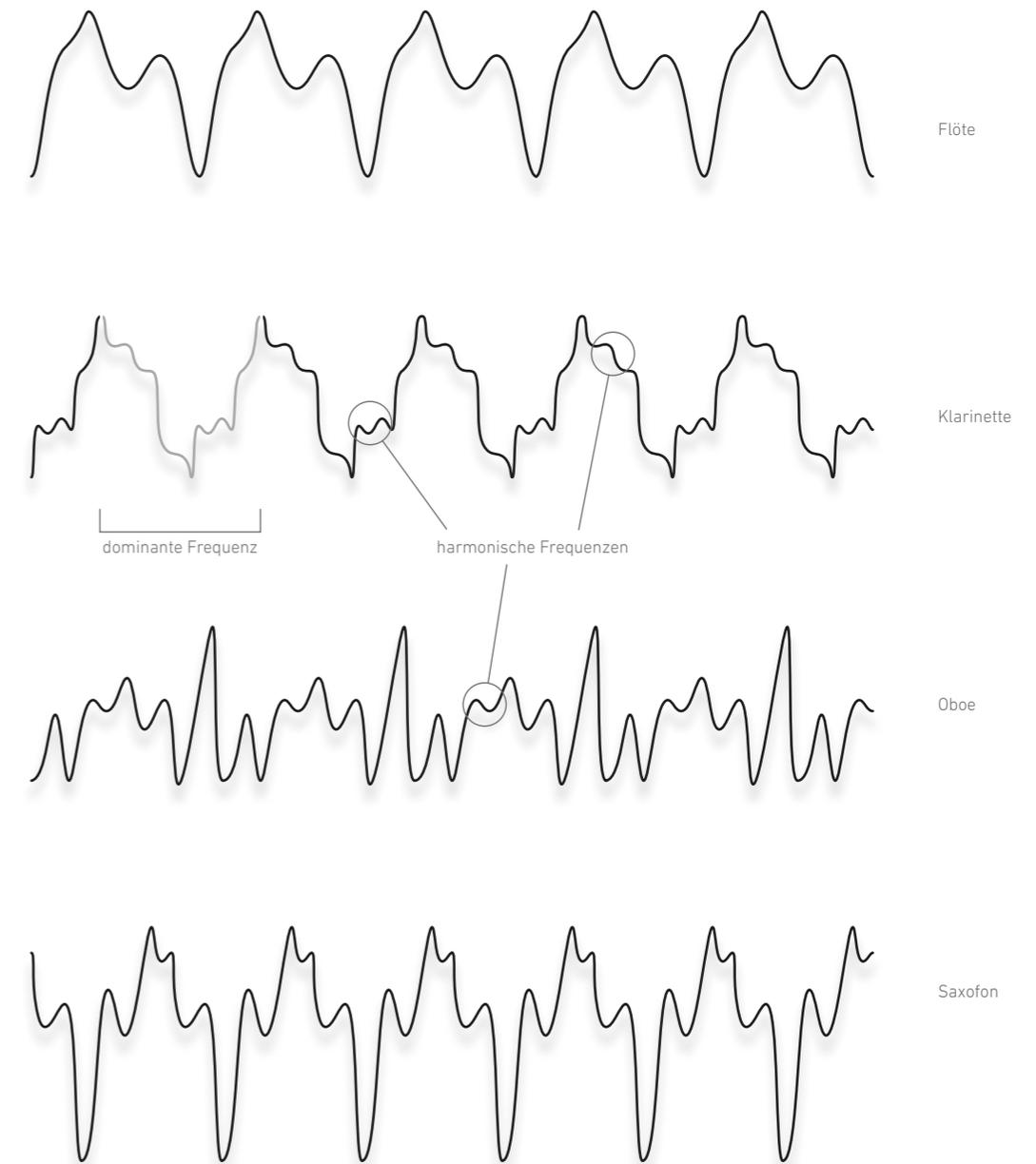
## 2.1

Klänge sind harmonische Schwingungen in einem für uns Menschen hörbaren Bereich. Während ein einzelner Ton lediglich eine bestimmte Frequenz innerhalb dieses Spektrums beschreibt, besteht ein Klang aus mindestens zwei Tönen. Ein natürlicher Klang oder der Sound eines Instruments beinhalten eine Vielzahl von Frequenzen, welche sich in einem charakteristischen und komplexen Klangbild zusammenfassen. Während eine dominante Frequenz den Grundton oder die Tonalität bestimmt, beschreiben viele weitere Frequenzen die Farbe und Beschaffenheit des Klangs. Das bedeutet, der schnarrende Klang eines Cellos oder der blecherne Sound einer Trompete definieren sich durch die Zusammensetzung und Nuancierung vieler Frequenzen.

Dieses grundlegende physikalische Verständnis führte zu der Entwicklung der sogenannten analogen Klangsynthese, einer Methode zur Herstellung künstlicher oder zur Abwandlung natürlicher Klänge. Pioniere dieser Technik erkannten darin eine Chance, neue Klangwelten zu erschließen, in denen sich musikalische Ausdrucksmöglichkeiten losgelöst von ihren mechanischen Klangkörpern realisieren lassen. Durch analoge Schaltungen war es möglich geworden, aus Strom Klang zu formen. Später wurde der Computer dazu benutzt, diesen Prozess zu simulieren und die Wellenformen wurden auf digitaler Basis berechnet. In der Musikwelt wird seitdem von analoger und digitaler Klangsynthese gesprochen.

### 2.1.1 Evolution der Definition

Der Begriff „elektronische Musik“ wurde erstmals 1949 in einer Veröffentlichung des Phonetikers Werner Meyer-Epp-



**Abb. 2.1:** Dieses Beispiel zeigt vereinfachte Audio-Wellenformen von Instrumenten, welche jeweils den selben Ton abspielen. Die Klangfarbe eines Instrumentes lässt sich durch ein charakteristisches Frequenzspektrum abbilden.



Abb. 2.2: WDR Studio 1951. Vordergrund: ein 4 Spur Tonband Rekorder. Hintergrund: diverse Oszillatoren und Filter.



Abb. 2.3: Audiowellenformen Generator

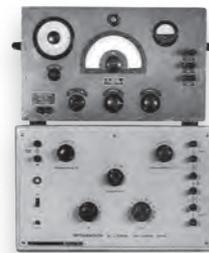


Abb. 2.4: Niederfrequenz-Puls Generator



Abb. 2.5: UBM Feedback Verstärker

ler erwähnt. Er beschrieb damit Musik, welche ausschließlich aus synthetisch erzeugten Klängen besteht. Da die Komponisten elektronischer Musik oft auch andere Klänge verwendeten (zum Beispiel durch das Tonband, später durch den Computer), wurde der Terminus allgemein zu „elektroakustischer Musik“ angepasst. Der Begriff beschrieb nicht mehr die Herkunft des Klangs, sondern vielmehr die Art der Wiedergabe. Streng genommen kann demnach heutzutage fast jedes musikalische Werk als elektroakustische Musik bezeichnet werden. Dieser Umstand machte den Begriff obsolet und seither ist er eher als Musikgenre Bezeichnung gebräuchlich. Das veranlasste Thom Holmes 2002 zu einer Anpassung der Definition, mit welcher sich viele Musiker\*innen, mich eingeschlossen, identifizieren können: Holmes unterteilt elektronische Musik in zwei Gruppen: elektronische Musik und elektroakustische Musik. Die erste Gruppe beschreibt Musik, welche rein elektronisch erzeugt wird. Bei der zweiten Gruppe dient natürliches Klangmaterial als Basis und wird mit elektronischen Hilfsmitteln manipuliert. Doch besonders großen Wert legt Holmes auf die Bemerkung, dass elektronische Musik generell dadurch definiert werde, dass Technologie bewusst eingesetzt wird, um eine bestimmte Klangcharakteristik zu erzielen, welche sich von nicht-elektronischer Musik unterscheidet. Dieser Charakter entsteht nicht nur durch die Verwendung elektronisch erzeugter oder manipulierter Klänge, viel mehr ist ein Resultat aller verwendeter elektronischer Hilfsmittel und den dadurch erforderlichen Produktionsprozessen. Waren Musikschaffende einst oft Sänger\*innen oder Instrumentalist\*innen, sind sie heute zu Produzent\*innen geworden. Komposition, Klanggestaltung, Umsetzung und Performance reduzieren sich auf eine Person. Künstler\*innen können ihren individuellen Schaffensprozess gestalten und bestimmen mit der Wahl ihrer Werkzeuge das Produkt ihrer Kreativität mit. Diese Kontextverschiebung im kreativen Herstellungsprozess musikalischer Produkte beschreibt Holmes als Inbegriff von elektronischer Musik.

# MUSIKALISCHE INTERFACES DIGITALE INSTRUMENTE

## 2.2

Es gibt keine gültige Definition für den Terminus „Musikalische Interfaces“. Vielmehr handelt es sich um einen Sammelbegriff, welcher jegliche physische Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine im Kontext der elektronischen Musikproduktion zusammenfasst. Ich möchte im Folgenden ein Grundverständnis für diese Produktgruppe vermitteln und relevante Begrifflichkeiten erläutern. Dies ist hilfreich, um das Gestaltungspotential zu begreifen und einen Einblick in die Funktionsweise solcher Maschinen zu bekommen.

### 2.2.1 Digital Musical Instrument Model

Akustische Instrumente, beispielsweise eine Gitarre, nehmen durch ihre Beschaffenheit, ihren Resonanzraum und ihre Materialität maßgeblichen Einfluss auf ihren Klang. Vor allem aber bestimmen Musizierende mit ihrer individuellen Spielweise die Artikulation des Instrumentes und folglich den Klang. Es besteht ein untrennbarer physischer Zusammenhang zwischen der Bedienung und der Klangerzeugung des Instruments. In dem Buch „New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard“ beschreiben die Autoren Eduardo Reck Miranda und Marcelo M. Wanderley den fundamentalen Unterschied von musikalischen Interfaces zu traditionellen Musikinstrumenten (vgl. Miranda & Wanderley, 2006): Dieser liegt in der grundsätzlichen Trennung zwischen der Bedienungs Oberfläche und der Klangerzeugung. Die Interaktion hat demnach keinen unmittelbaren, physischen Einfluss auf die Generierung von Sound.

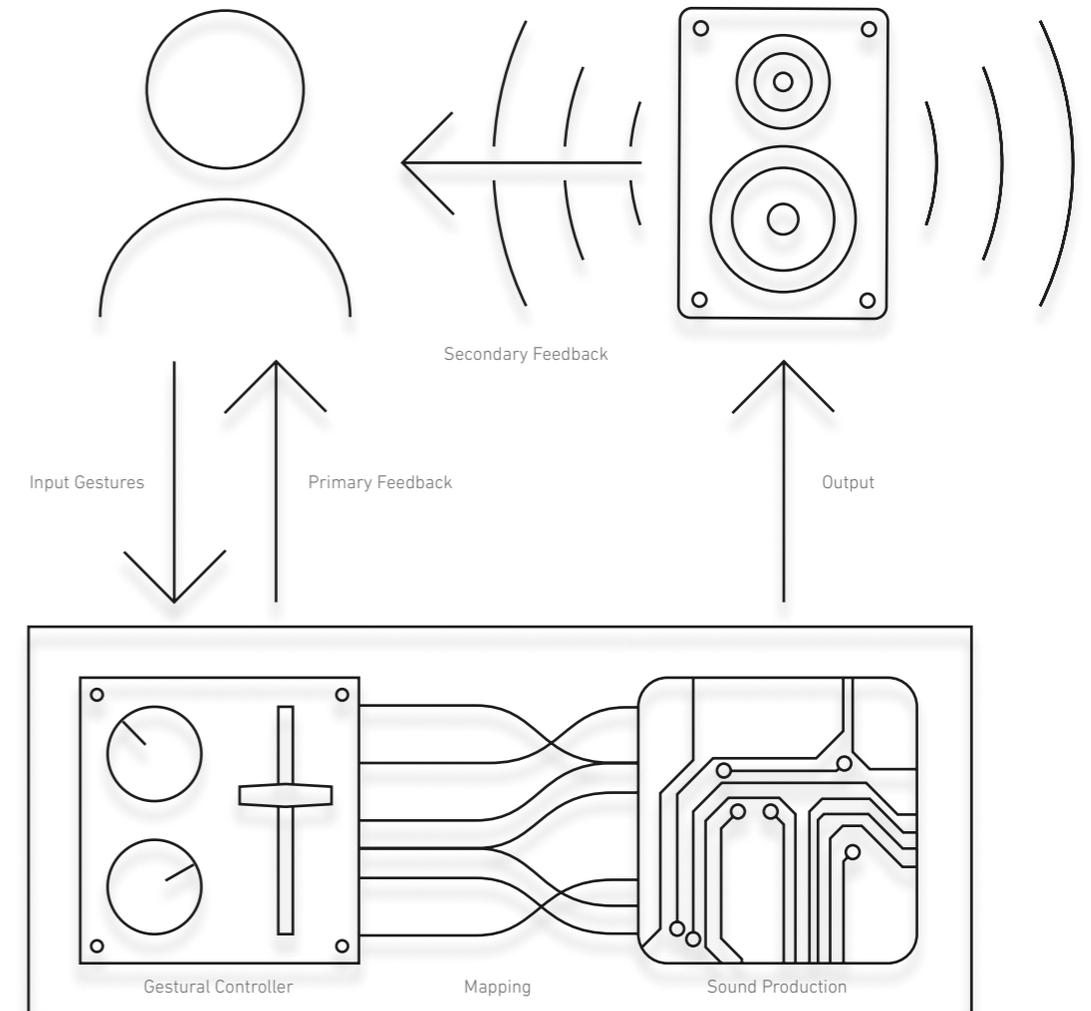


Abb. 2.6: Das „Digital Musical Instrument Model“ von Miranda & Wanderley illustriert die einzelnen Elemente eines modernen musikalischen Interfaces. Gut sichtbar ist die Trennung zwischen Klangerzeuger (Sound Production) und Benutzeroberfläche (Gestural Controller), welche erst durch den „Mapping-Prozess“ miteinander interagieren können.

# THE MOST PRECISE AND FLEXIBLE ELECTRONIC MUSIC INSTRUMENT EVER CONCEIVED IS THE DIGITAL COMPUTER

## **Gestural Controller**

Das Eingabemodul, auch der Controller, ist die physische Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. Dieses Modul erfasst, interpretiert und bearbeitet die Interaktionen der Anwendenden und gibt diese an ein Klangerzeugungsmodul weiter. Der Controller steht in einem Dialog mit den Anwendenden und macht seine Arbeitsprozesse in Form eines „primären Feedbacks“ sichtbar.

## **Sound Production**

Dieses Modul widmet sich der Klangerzeugung. Hierfür gibt es zwei grundlegende Konzepte: Entweder beinhaltet das Modul Algorithmen und Kontrollmechanismen für eine digitale oder analoge Klangersynthese, oder aber es arbeitet mit bestehenden Sounds (Samples) und besitzt Funktionalitäten zur Manipulation dieser. Auch eine Vermischung beider Konzepte ist heutzutage gängig. Der Output dieses Moduls stellt das „sekundäre Feedback“ dar und ist in der Regel ein Audiosignal. Die Steuerung des Systems ist für den Menschen nicht manipulier- oder erfahrbar. Vielmehr benötigt es gezielte, elektronische Befehle um Operationen auszuführen. Das Modul ist ausschlaggebend für den klanglichen Charakter des Geräts. Dieser definiert sich entweder durch die Wahl der elektronischen Bauteile und durch das Wissen um die komplexe interne Verschaltung oder aber durch Algorithmen, die diesen Vorgang digital simulieren. Hersteller von Hardware in diesem Bereich sind berühmt für den charakteristischen Sound ihrer Produkte.

## **Mapping**

Die Schnittstelle zwischen Controller und Klangerzeugung nennen Miranda und Wanderley „Mapping“. Das Mapping definiert, wie die Befehle des Controllers Einfluss auf das Klangerzeugungsmodul nehmen. Das bedeutet, ein oder

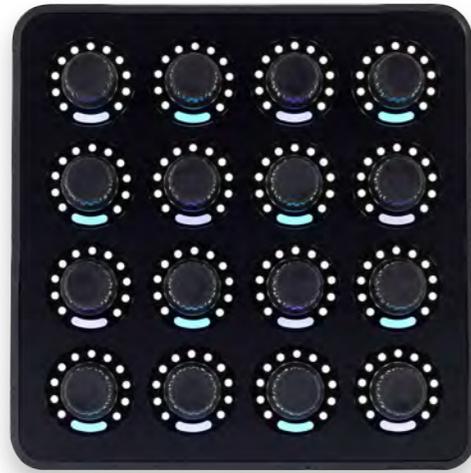


Abb. 2.7: DJ Techtools MIDI Fighter Twister



Abb. 2.8: Roli Beatmaker Kit



Abb. 2.9: Akai MPK 225. Generische MIDI-Controller gibt es in allen Formen, Farben und Größen. Sie sind die modernen Werkzeuge digitaler Musikproduktion.

mehrere Controller-Parameter steuern einen oder mehrere Klangsynthese-Parameter. Zum Beispiel: Ein Drehregler des Controllers steuert explizit die Lautstärke oder die Filterfrequenz der Klangerzeugung.

## 2.2.2 Generische und spezifische Controller

Ein musikalisches Interface muss nicht zwangsläufig alle Elemente des Modells enthalten. Es gibt auch reine Controller oder Klangerzeuger: Ein Modul eines modularen Synthesizers ist zum Beispiel ohne einen Sequenzer (siehe 2.2.4), eine Klaviatur oder einen anderen Controller nicht in der Lage, ein sekundäres, akustisches Feedback zu generieren. Auf der anderen Seite existieren reine Controller, deren Aufgabe es ist, Hard- oder Software-Klangerzeuger zu steuern. Sie können alleinstehend keinen Klang erzeugen.

Innerhalb der Produktgruppe von Controllern möchte ich zwei unterschiedliche Funktionskonzepte erwähnen: Generische Controller sind typischerweise als Ergänzung zu Softwareprodukten gedacht. Schalter, Drehregler und sonstige Eingabesensoren können manuell mittels Standardprotokollen (siehe 2.2.3) auf die Funktionalitäten des Programms „gemappt“ (siehe 2.2.1) werden. Die Funktionalität des Controllers kann dementsprechend variieren und den Bedürfnissen der Benutzenden angepasst werden. Diese Geräte werden umgangssprachlich oft als MIDI-Controller bezeichnet. Spezifische Controller wiederum sind Eingabegeräte, deren „Mapping“ nicht dynamisch ist. Sie werden für eine bestimmte Soft- oder Hardware oder eine bestimmte Funktionalität entwickelt. Der „MPC Touch“ ist zum Beispiel zur Bedienung der „MPC Software“ optimiert. Seine Interaktionsgestaltung ist für die charakteristischen Funktionen des Programms maßgeschneidert und für andere Programme nur bedingt brauchbar.

**THE COMPUTERS WERE FAST ENOUGH TO BE ABLE TO SEQUENCE NOTES, CONTROL THE NUMBER OF KEYBOARDS AND DRUM MACHINES AT THE SAME TIME ... IT KIND OF OPENED UP A WHOLE NEW INDUSTRY**

Dave Smith, 2012

### 2.2.3 MIDI

In einer Arbeit über musikalische Interfaces darf eine Erläuterung des „Musical Instrument Digital Interface“ kurz MIDI nicht fehlen. Es handelt sich dabei um das Protokoll, welches den Austausch musikalischer Steuerinformationen zwischen elektronischen Instrumenten ermöglicht. Es wurde bereits 1982 von Dave Smith und Ikutaro Kakehashi entwickelt und ist bis heute, trotz einiger Updates, in seiner Funktionsweise gleichgeblieben und stellt den Industriestandard dar (vgl. Wikipedia, 2018).

Man kann sich MIDI-Signale wie eine einheitliche Sprache von musikalischen Interfaces vorstellen. So können zwischen mehreren Geräten Geschwindigkeiten synchronisiert, Töne abgespielt oder Parameter verändert werden. War es im Grunde für einen anderen Zweck entwickelt worden, stellte sich bald heraus, dass MIDI eine Kontextverschiebung in der Musikproduktion herbeiführte. Musizierende konnten plötzlich mehrere Klaviere gleichzeitig spielen oder den Rhythmus einer Beatmaschine zu ihrer Live-Performance synchronisieren. Das öffnete vielen Herstellern neue Perspektiven und eine Vielzahl von neuartigen Interfaces wurde entwickelt.

Mit der Etablierung des Computers in der Musikwelt erhielt MIDI noch mehr Relevanz und ist seit dem nicht mehr



**Abb. 2.10:** Der DIN 5 Polstecker oder umgangssprachlich auch das „MIDI-Kabel“. Berühmt für seine Anwendung für das MIDI-Protokoll.



Abb. 2.11: Ableton Live 10. Eines der berühmtesten DAWs der Welt.



Abb. 2.12: Doepfer Dark Time. Ein Analogsequenzer. Die grundlegende Funktionsweise dieses Gerät entspricht jener der aller ersten Step Sequenzer, und kommt ganz ohne Mikrocontroller oder CPU aus.

wegzudenken. Sämtliche Controller und Klangerzeuger kommunizieren heutzutage typischerweise mit MIDI und so auch der Computer. Ganze Tonstudios können damit verbunden werden und die einzelnen Hard- und Softwaregeräte werden von einem zentralen Interface aus gesteuert.

Aufgrund des verhältnismäßig einfachen Aufbaus von MIDI-Signalen, gilt es auch in der DIY-Szene als sehr beliebtes und flexibles Protokoll und wird mittlerweile auch über Audioanwendungen hinaus verwendet, um beispielsweise Lichtkonsolen anzusteuern.

## 2.2.4 Sequenzer

Der Sequenzer ist eine Hard- oder Softwarelösung, welche Events aufzeichnen, wiedergeben oder generieren kann. Events sind Befehle, welche innerhalb eines festen Zeitrasters zu einem spezifischen Zeitpunkt ausgeführt werden. Diese können ganz unterschiedlicher Natur sein: Es kann das Abspielen oder Stoppen einer Note sein, eine Veränderung eines Effekt-Parameters auslösen, eine externe Hardware ansteuern, etc. Es ist praktisch die digitale Erweiterung des Notenblattes, ergänzt um die Möglichkeiten digitaler Musik. Ein Sequenzer verwaltet und manipuliert Sequenzen. Eine Sequenz wiederum besteht aus Harmonien, Rhythmen oder Melodien und wird typischerweise in einer Schleife abgespielt.

In den 60er Jahren wurden die ersten elektronischen Sequenzer entwickelt. Sie konnten kurze Tonfolgen speichern und diese in Form von analogen Steuerspannungen an elektronische Klangerzeuger senden. So wurde es zum ersten mal möglich, Tonfolgen zu generieren, welche nicht von Menschen spielbar sind. Außerdem setzte ein Instrument nun keinen menschlichen Spielenden mehr voraus. Es ist, als würde eine Maschine die Tasten eines Klaviers automatisch bedienen und diese Tonfolgen immer wieder perfekt

**ALS ICH ABLETON LIVE  
(ANM. EINE DAW) ZUM  
ERSTEN MAL SAH, WUSSTE  
ICH, DASS DIE GESCHICHTE  
DER ELEKTRONISCHEN  
MUSIK EINEN NEUEN  
MEILENSTEIN ERREICHT  
HATTE. [...]**

wiederholen können. Dieser Umstand gab Produzent\*innen der elektronischen Musik die Möglichkeit, sich vom Instrument zu lösen und ebnete so den Weg für den heute gängigen Workflow der Musikproduktion.

MIDI erweiterte den Anwendungsspielraum dieser Geräte und seither existieren sie in allen Größen und Formen. Oft sind diese „MIDI-Noten-Generatoren“ Bestandteil von elektronischen Musikinstrumenten oder in handlichen Controllern untergebracht. Sequenzer sind auch im Live-Bereich beliebt und werden zum Beispiel zur Steuerung von Synthesizern oder Effektgeräten benutzt.

Mittels Computern wurden in den achtziger Jahren die ersten Software-Sequenzer realisiert. Dieses simple und intuitive Konzept entwickelte sich zu der Grundlage von unseren heutigen Audioverarbeitungs-Softwares. Diese Programme werden seither mit immer mehr Funktionen versehen und erhielten im Laufe der Zeit eine neue Bezeichnung: DAW (Digital Audio Workstation). War es anfangs ein System um Tonfolgen zu generieren, entwickelten sich die Softwares zu komplexen Interfaces, dessen Funktionalität von der Initialen Klangerzeugung bis hin zur finalen Berechnung des Endproduktes reichen. Ein wichtiger Teil dieser DAWs ist die leistungsstarke Integration von MIDI und die damit verbundene Konnektivität zu anderen Hard- und Softwares. Doch proportional zu ihrem Funktionsumfang entwickelte sich auch die Komplexität des User Interfaces. Dieser Umstand ebnete den Weg für die Entwicklung von einer neuen Art von Controllern (siehe 2.2.2).

# KLANGEXPLORATION IN DER DIGITALEN MUSIKPRODUKTION

## 2.3

Die kreativen Prozesse von Musikschaaffenden im Bereich der elektronischen Musik wurden 2009 im Rahmen einer Studie (Gelineck & Serafin, 2009) der „Aalborg Universität Kopenhagen“ untersucht. Die Autoren Steven Gelineck und Stefania Serafin befragten 18 Musiker\*innen zu ihren Arbeitsprozessen innerhalb der Musikproduktion. Ihre ausgehende Frage war: Wie bekommen Musiker\*innen ihre Ideen für ein neues Musikstück?

Die Autoren gliedern den kompositorischen Prozess basierend auf den Ergebnissen in drei grundlegende Phasen (Abbildung 2.13): den explorativen Modus, den editierenden Modus und den pragmatischen Modus. Die meisten Befragten behaupten, in der ersten Phase am liebsten mit technischen Werkzeugen – also musikalischen Interfaces – „herumzuspielen“, bis ihnen eine Idee kommt oder sie einfach genug klangliches Material gesammelt haben, um daraus ein Stück zu kreieren. Ist eine Idee herangereift oder genug Klangmaterial gesammelt worden, folgt der „editierende Modus“: Die Ergebnisse der explorativen Phase werden zusammengesetzt, manipuliert und arrangiert und münden in der letzten Phase, dem „pragmatischen Modus“. Hier wird ausformuliert und umgesetzt. Am Ende dieser Phase steht das fertige musikalische Produkt. Dieses Phasenmodell der „Compositional Lifetime“ beschreibt einen nicht-linearen Prozess, welcher zu jedem Zeitpunkt zugunsten neuer Ideen und Experimente unterbrochen und neu ausgerichtet werden kann. Die konkrete Vorstellung des fertigen Musikstücks formt sich somit erst sehr spät im Kreativeprozess.

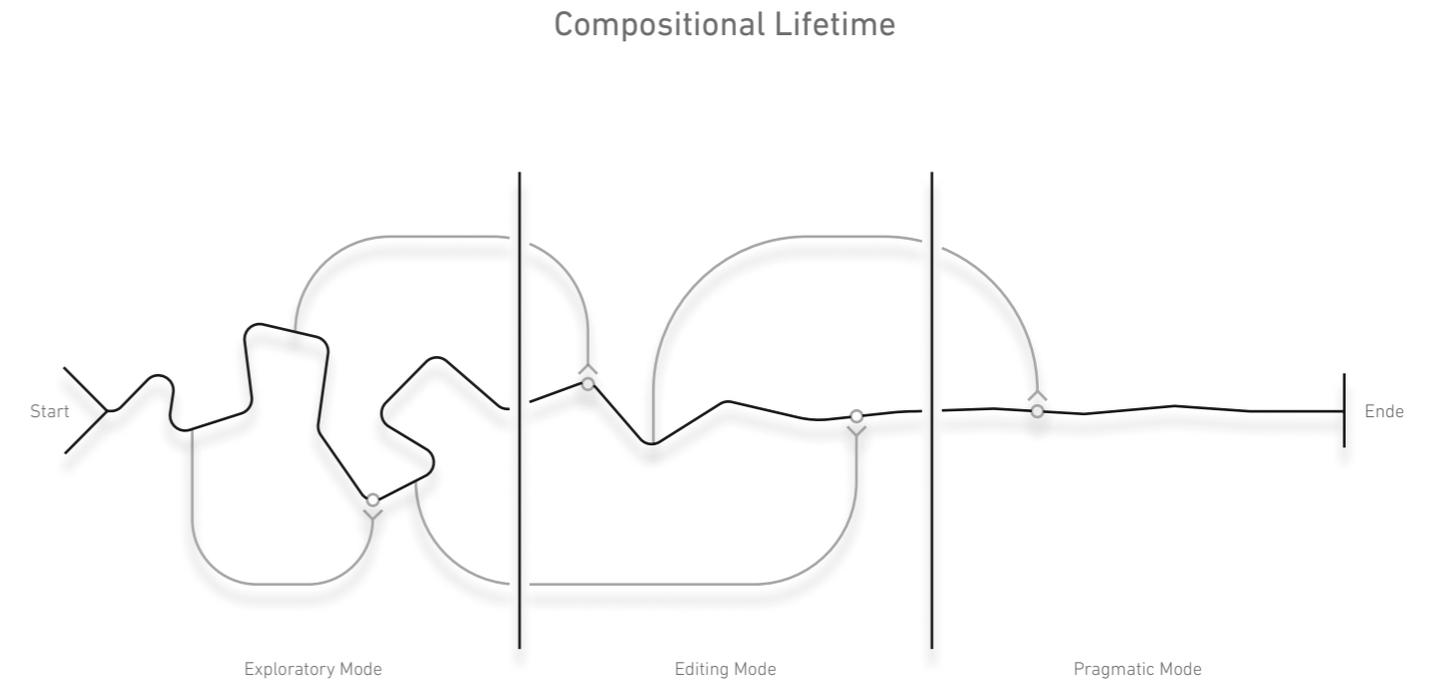


Abb. 2.13: Das Compositional Lifetime Diagramm beschreibt einen nicht-linearen Prozess, welcher zu jedem Zeitpunkt zugunsten neuer Ideen und Experimente unterbrochen und neu ausgerichtet wird.

**ONE PARTICIPANT DESCRIBED THE PROCESS AS HOW HE IMAGINED AN ABSTRACT PAINTER WOULD WORK, CREATING A SORT OF COLLAGE OF COLORS UNTIL A FORM ARISES, WHICH IS THEN PURSUED.**

### 2.3.1 Zufall, Exploration und Kontrollverlust

Die Studie zeigt, dass Zufall und Exploration fester Bestandteil eines Kompositionsprozesses sind. Diese experimentellen Phasen der Klangfindung wurden von den Befragten unter anderem als „herumspielen“, „im Flow sein“, „Versuch Kontrolle zu verlieren“, „Trial and Error“ oder „arbeiten ohne nachzudenken“ beschrieben. Interessanterweise sind die Ideen meistens technischer Natur und stark von der Art der Interaktion mit den Werkzeugen abhängig. Einige der Befragten gaben an, dass ihre musikalischen Interfaces ein „Mitspracherecht“ am Endprodukt hätten. Zudem wird ein „Eigenleben“ von musikalischen Controllern geschätzt. Es werden Werkzeuge bevorzugt, welche nicht gänzlich verstanden werden, in ihren Funktionsweisen unvorhersehbar sind oder welche eine andere Arbeitsweise als vorgegeben zulassen. Der kreative Prozess wird durch zu viel Kontrolle gehemmt und es ist lediglich ein schmaler Grat zwischen Freiheit und Limitierung. Die meisten Befragten gaben diesbezüglich an, sich selbst Grenzen, Richtlinien und Herausforderungen zu schaffen, um den Prozess der kreativen Entscheidungsfindung zu unterstützen. Oft stellen die verwendeten Werkzeuge selbst diese Limitierung dar. Begrenzte Funktionalitäten geben Musiker\*innen den Vorteil, sich nicht in zu vielen Möglichkeiten zu verlieren. Vielmehr explorieren sie verschiedene Gestaltungsräume intensiv und nacheinander.

Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist ein grundlegender, spielerischer und iterativer Prozess und gestaltet das Endprodukt demnach aktiv mit. Es ist das Zusammenspiel zwischen Ideen, einem limitierten (oder spezialisierten) Funktionsumfang und dem nicht gänzlich vorhersehbaren Feedback eines Controllers, welches Muskschaffende in ihren kreativen Prozessen vorantreibt. Intuitive musikalische Interfaces, deren klar definierte Funktionalität ein hohes Maß an Kontrolle erlauben, werden

trotzdem benötigt. Je näher das Ende des kompositorischen Prozesses kommt, desto präziser müssen die Controller steuerbar sein. Die Autoren fassen die Erkenntnisse der Studie in fünf „Design Vorschläge“ zusammen, welche im folgenden Kapitel vorgestellt werden.

# GESTALTUNGS POTENTIAL VORSCHLÄGE UND ANSÄTZE

## 2.4

Bezüglich der Gestaltung eines musikalischen Interfaces finden sich in der wissenschaftlichen Literatur einige Vorschläge für Designprinzipien. Es sind Richtlinien, welche Designer\*innen eine Übersicht der zu gestaltenden Schnittstellen im Kontext der Interfacegestaltung vermitteln. Diese Ansätze sollen in erster Linie nicht bewertet werden. Vielmehr dienen sie als Ausgangsbasis für die Entwicklung meines Prototyps.

Im Folgenden werden zwei Modelle vorgestellt, welche unterschiedliche Herangehensweisen beschreiben.

### 2.4.1 Designvorschläge von Gelineck und Serafin

Die folgenden Designvorschläge (Gelineck & Serafin, 2009) zielen auf die Förderung von explorativer Interaktion ab. Sie sind nicht als strikte Anweisungen zu verstehen, vielmehr stellen sie die Reflexionen der Autoren dar und sollen als Inspirationsquelle für Designprozesse und weiterführende Untersuchungen dienen.

#### **Design for unintended use.**

Volle Kontrolle über alle Elemente des Prozesses wird von Musikschaffenden abgelehnt. Ein Interface soll so frei gestaltet werden, dass es unterschiedliche Wege zum Ziel zulässt. Interfaces eröffnen damit einen Rahmen, indem sich Kreative ihre eigenen Methoden entwickeln, um ihre individuellen Prozesse zu bewältigen.

#### **Design for a balance between an intuitive tool and an unpredictable tool [...]**

Musikschaffende beschreiben unterschiedliche Arbeitsmodi abhängig vom Fortschritt des Musikstücks. Deshalb ist es wichtig, den Zeitpunkt des Prozesses zu bestimmen, an welchem das Werkzeug Verwendung findet. Möglicherweise kann sich das Interface sogar je nach Phase an die Anforderungen adaptieren.

#### **Restrict the possibilities of the musical tool.**

Der Versuch, ein Werkzeug für Alles zu schaffen, birgt das Risiko, dass die Funktionalitäten eines Interfaces zu allgemein gehalten und deswegen uninteressant werden. Die Spezialisierung auf Funktionen grenzt den Spielraum ein und kann dadurch die kreative Exploration dieser wenigen Möglichkeiten fördern.

#### **Make the tool compatible with everything else.**

Eine Kompatibilität mit anderen Soft- und Hardware Produkten kann zu interessanten Symbiosen führen. Computer, Hardware-Interfaces bis hin zu Tablets und Smartphones können heutzutage als Klangerzeuger dienen. Die unterschiedlichen Eigenheiten und Interaktionsarten dieser Geräte können in Verbindung miteinander ein anderes Potential aufweisen als sie es alleinstehend tun.

### **Give the tool a possibility of passing sound through it.**

Musikschaffende beschreiben jene Werkzeuge als interessant, welche die Fähigkeit haben, Audiosignale direkt zu verarbeiten. Dieser Umstand gibt dem Interface neben einem interaktiven auch einen klanglichen Charakter, welchen Benutzende kennenlernen können.

## 2.4.2 Gestaltungsüberlegungen von Miranda und Wanderley

In dem Buch „New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard“ weisen die Autoren auf fünf typische Überlegungen innerhalb eines Gestaltungsprozesses hin. Diese Vorschläge (Miranda & Wanderley, 2006) nehmen Bezug auf ihr Modell eines musikalischen Interfaces (siehe 2.2.1).

### **Decide on the gestures that will be used to control the system**

Bei traditionellen Musikinstrumenten steht die Klangcharakteristik im Vordergrund und die erforderliche Interaktion, zum Beispiel das Führen eines Violinenbogens, orientiert sich daran. Dies setzt eine Konvention für das Spielen des Instrumentes fest und bedarf im Regelfall Übung, um sie ausführen zu können. Die Gestaltung der Interaktion, also eines motorischen Bewegungsmusters, kann demnach eine wichtige Rolle für den Charakter und die Wirkung eines musikalischen Interfaces spielen. Zum Beispiel: Ist es intuitiv, oder bedarf es Übung? Hat es einen performativen Aspekt? Steht die Bedienung in Beziehung zum Sound?

Die Bearbeitung und Erzeugung von Klang ist typischerweise von vielen Parametern und Einstellungsmöglichkeiten geprägt. Daher ist es in musikalischen Interfaces gängig, Steuerungselemente zu verbauen, welche eine präzise Kontrolle ermöglichen. Um einen Beat im Takt spielen zu

können, scheint ein Knopf mit klarem Druckpunkt sinnvoller als eine Armbewegung. Die Exploration von Klang kann wiederum intuitiv mit Bewegungen stattfinden, anstatt mit Drehreglern Parameter zu manipulieren. Die Verbindung zwischen Funktionalität und Interaktion stellt einen wichtigen, gestaltbaren Teil der User Experience dar.

### **Define gesture capture strategies that will be best to translate movement into electrical signals [...]**

Damit die Interaktionen der Anwendenden registriert werden können, ist die Wahl der technologischen Bauteile ausschlaggebend. Sensoren sind die „Sinnesorgane“ einer Maschine und konvertieren physikalische in elektrische Energie. Sie existieren in unterschiedlichen Formen, Funktionalitäten und Qualitäten. Typischerweise finden folgende Messungen Verwendung: Hand-, Arm-, Kopf-, Lippen- oder andere Bewegungen, die Beschleunigung und Geschwindigkeit von Bewegung, Druck, Sound, Licht, Abstand, etc.

### **Define sound synthesis algorithms that will create the sound to be played; or, define the music software to be used for control of prerecorded musical processes.**

Die Entwicklung neuer Klangsynthese-Algorithmen ist um ein Vielfaches anspruchsvoller als die Entwicklung eines Controllers. Oft benutzen Gestalter\*innen deshalb bestehende Systeme der Klangerzeugung und entwickeln darauf aufbauend einen Controller. Eine Spezialisierung auf die Funktionalität und den Charakter des Systems ist dafür Voraussetzung.

In der aktuellen Produktlandschaft kann beobachtet werden, dass Hersteller diese Anweisung offensichtlich verinnerlicht haben: Es existieren immer mehr Produkte, welche auf konkrete Funktionalität spezialisiert oder für einzelne Softwareprogramme optimiert sind. Der „Ableton Push“ ist beispiels-

weise ein Controller welcher für das Softwareprogramm „Live“ derselben Firma entwickelt wurde. Die Zielsetzung dieses Interfaces ist es, ein komplexes Computerprogramm ohne einen Bildschirm bedienen zu können, es also intuitiv und haptisch erfahrbar zu machen.

**Map the sensor outputs to the synthesis and music control inputs. This mapping can be arbitrary, so any unusual combination would be as feasible to instantiate as any coupling of gesture to sound known in acoustic instruments.**

Der Mapping Prozess ist ein wichtiger Gestaltungsknotenpunkt. Die Art wie Sensordaten miteinander verknüpft und interpretiert werden, um den Klangerzeuger zu steuern, prägt die Funktionalität des Interfaces. Ein experimentelles musikalisches Interface eines YouTube Künstlers verknüpft beispielsweise Bewegungsgeschwindigkeit mit einem Farbwert und mappt diese Kombination auf einen Softwaresynthesizer. Im Falle des „Seaboard“ wurde eine Klaviertastatur neu erfunden: Es handelt sich nicht mehr um harte Tasten, sondern um Gel Pads, welche eine erweiterte Artikulation durch pressen, ziehen und sliden zulässt. Mit solchen kreativen Mapping Strategien können interessante Interaktions- und Klangkonzepte entstehen.

**Decide on the feedback modalities available (apart from the sound generated by the system): visual, tactile and/or kinesthetic**

Musikproduktion ist eine sinnliche Erfahrung. Ein Trommelschlag wird nicht nur gehört, wir können ihn auch spüren. Dieser Umstand erzeugt einen Dialog aus Instrument und Spieler\*in.

Diese Resonanzen von traditionellen Instrumenten entfallen bei musikalischen Interfaces. Die Überlegung, wie der Controller mit den Anwendenden kommuniziert – das

primäre Feedback – ist eine grundlegende Überlegung im Gestaltungsprozess. So haben Displays, Vibrationselemente oder LEDs jeweils Vor- und Nachteile in ihrer Verwendung und ihren Anforderungen. Komplexe Interfaces mit vielen steuerbaren Parametern verlangen in der Regel auch eine umfangreichere Feedback Gestaltung. Zusätzlich gibt diese vor, inwiefern Kontrolle über das System ausgeübt werden kann und prägt dadurch den Charakter des Interfaces.

## 2.5 BESTEHENDE LÖSUNGEN EINE ANALYSE

Im Folgenden werden bestehende musikalische Interfaces vor allem in Bezug auf ihre Interaktions- und Funktionsgestaltung untersucht. Insbesondere werden innovative Konzepte abseits von generischen MIDI-Controllern vorgestellt, welche einen kreativen Zugang zur Klanggestaltung ermöglichen.

### 2.5.1 Dadamachines – Gegenstände und Ihre Klänge

Eine sehr instinktive Herangehensweise an Musik ist die Verwendung von Gegenständen in unsere Umgebung. Wir klopfen sie, wir erzeugen einen Rhythmus mit den Füßen oder verwenden Gegenstände, um damit anderen Objekten Klänge zu entlocken. Es ist interessant, die Eigenheiten des Materials und des damit einhergehenden Klangs zu erfahren und mit diesem zu experimentieren. Die „Dadamachines“ veranschaulichen das kreative Potential von Technologie im musikalischen Kontext, indem sie diese Herangehensweise ins Zentrum des Interfaces setzen. Es ist ein modulares System, welches einen hohen spielerischen und explorativen Charakter aufweist.



Abb. 2.14: Links das Herzstück, der „automat“, im Grunde ein Hardware-Mapping Werkzeug. Dieses simple Konzept fördert zu kreativen, musikalischen Experimenten heraus.

Das Interface wird mit MIDI-Befehlen angesteuert und kann somit flexibel mit Computern, Synthesizern oder anderen MIDI-Controllern bedient werden. Doch anstatt die MIDI-Noten auf einen digitalen Klangerzeuger zu „map-pen“, generiert das Gerät Stromimpulse, welche mittels Elektromagneten einen Metallbolzen akkurat hin und her bewegen können. Diese Module – sogenannte „Solenoid Beaters“ – können vor beliebigen Gegenständen positioniert werden und durch das Anschlagen dieser wird der Klang erzeugt. Verschiedene Aufsätze und Konstruktionen sorgen für umfangreiche Befestigungslösungen an einer Vielzahl von Objekten. Zum Beispiel kann in einen Aufsatz ein Trommel-Schlägel eingespannt werden oder Vorrichtungen erlauben eine Befestigung an glatten Oberflächen. Dieser Ansatz limitiert Musikschafter in ihrem Handlungsspielraum und zwingt sie, sich mit dem akustischen Potential von realen Gegenständen zu beschäftigen. So können spielerisch komplexe, perkussive Klangcharakteristika entwickelt werden.

Untersucht man dieses Interface in Hinblick auf das Model von Miranda und Wanderley (Siehe 2.2.1), kann festgestellt werden, dass es sich im Grunde weder um einen Controller noch um einen Klangerzeuger handelt. Eine digitale oder analoge Klangersynthese findet an keinem Punkt statt, da der Sound von realen Gegenständen stammt und es bedarf eines externen Controllers, um überhaupt mit der Maschine interagieren zu können. Vielmehr stellt das Interface eine intuitive und kreative Lösung für das „Mapping“ dar.

„Dadamachines“ illustrieren auf anregende Weise, wie die Themengebiete Technologie, Interaktionsgestaltung und Klang innerhalb musikalischer Interfaces miteinander verknüpft werden können. Es ist ein Wechselspiel aus Limitierung, Zufall und spielerischer Klangexploration, welche dieses Produkt unter vielen Musikschaftern attraktiv macht.

## 2.5.2 Reactable – Der Sound-Sandkasten

Der „Reactable“ ist ein musikalisches Interface, welches durch die Manipulation von realen Objekten Klang erzeugen kann. Die Oberfläche des Geräts ist ein großer Touchscreen, auf welchem die einzigartigen Gegenstände – sogenannte „Tangibles“ – platziert werden. Jedes Element besitzt seine eigene Funktionalität: Synthesizer, Effekte, Samples, Sequenzer oder Kontrollelemente können so haptisch erfahren werden. Die „Tangibles“ können bewegt, gedreht oder mit anderen „Tangibles“ verbunden werden. Einfache Regeln der Kompatibilität und Distanz bestimmen, welche Objekte sich zu einem Strang zusammenschließen. Je nachdem, welche Elemente eine Symbiose bilden, ergeben sich neue Klangmöglichkeiten. Rund um die „Tangibles“ wird zudem eine Bedienoberfläche projiziert, welche den Anwendenden weitere Optionen bietet. So können zum Beispiel Klaviaturen eingeblendet oder Step-Sequenzer programmiert werden. Die erzeugten Klänge werden in Wellenformen zwischen den Objekten dargestellt. Damit ist der Fluss von Audio- und Steuerungssignalen von seiner Erzeugung über seine Effektierung bis hin zum fertigen Sound nachvollziehbar. Der gesamte musikalische Prozess, oder zumindest eine visuelle Aufbereitung davon, wird sichtbar und physisch erlebbar.

Diese Interaktionsgestaltung bietet sowohl Laien als auch fortgeschrittenen Musikschaaffenden eine neue und innovative Möglichkeit Klang zu explorieren. Der Fokus liegt besonders auf dem primären Feedback (Siehe 2.2.1) – in diesem Fall vor allem auf der Darstellung des Klangflusses – und gibt Musiker\*innen ein hohes Maß an Kontrolle für und Verständnis über ihr kreatives Handeln.



**Abb. 2.15:** Der Reactable. Ob in Freizeitparks, hinter DJ-Pulten oder in Ausstellungssälen, der Reactable zieht Aufmerksamkeit auf sich. Diese spielerische Interaktion mit Musik ist bei allen Altersklassen beliebt.



Abb. 2.16: Der Pocket Operator. Sieht nicht nur aus wie ein Taschenrechner, er bedient sich auch so. Audio Hardware muss nicht groß und teuer sein um Spaß zu machen.

### 2.5.3 Pocket Operator – Spielzeug oder Werkzeug?

„Pocket Operator“ ist ein musikalisches Interface, welches vor allem für seinen geringen Preis bekannt ist. Es ist klein, handlich und erinnert optisch an einen Taschenrechner. Es gibt eine ganze Serie von „Pocket Operators“ wobei jedes Gerät seine eigene Funktionalität und vor allem seinen eigenen Klang mit sich bringt. Manche sind kleine Synthesizer, andere können Samples bearbeiten. Manche sind vor allem für Bässe gedacht und manche beinhalten nur Office-Geräusche. Das grafische Interface ist comichaft gestaltet und verschiedene Interaktionen lösen sogar Animationen der Comic-Figuren aus. Es ist sozusagen ein musikalisches Spielzeug. Die Funktionen zur Klanggestaltung sind zwar recht begrenzt, ermöglichen aber trotzdem eine Reihe von Klangexperimenten bis hin zur Beat-Gestaltung. Indem „Pocket Operators“ miteinander verbunden werden, können sie synchronisiert sogar relativ komplexe Musikstücke generieren. Sie haben zwar jeweils keine große Klangvielfalt, jedoch für ihre niedrigen Anschaffungskosten und ihre Größe eine verhältnismäßig hohe Audio Qualität. Daran ist zu erkennen, dass die Entwickler\*innen des „Pocket Operator“ nicht nur auf Laien, sondern auch auf Hardware Liebhaber\*innen abzielen.

Ein Synthesizer, der in die Hosentasche passt oder eine Beatmaschine für die U-bahn ist vor wenigen Jahren noch nicht denkbar gewesen. Die Interaktion und die Klangerzeugung sind so gewählt, dass der „Pocket Operator“ ein exploratives, musikalisches Spielzeug ist, welches dem üblicherweise komplexen Themenfeld der Musikproduktion gegenübersteht. Es ist ein Beispiel, wie Technologie den Kontext von elektronischer Musikproduktion dahingehend ändert, dass sie als spielerisch und spaßbringend wahrgenommen wird. Die Hemmschwelle sich damit zu beschäftigen wird hierdurch gesenkt und Menschen beginnen ganz intuitiv, alle Möglichkeiten der kleinen Maschinen auszuprobieren um letztendlich Klang zu entdecken.

**RHYTHMUSGERÄT**

**PROTOTYPING**

HINTERGRUND

IDEATIONSPROZESS EINES

MUSIKALISCHEN INTERFACES

RHYTHMUSGERÄT

FUNKTIONEN

ENTWURF

AUSBlick

FAZIT

**3**

# HINTERGRUND EIN NEUER ANSATZ

Innerhalb meines Studiums habe ich mich immer wieder mit „Physical Interfaces“ auch abseits des Themas Musik beschäftigt. Mich fasziniert es, reale, physische Produkte zu entwickeln und letztendlich auch umzusetzen. Die Notwendigkeit die Disziplinen und fachlichen Anforderungen, welche ein Prototyp verlangt, zu erlernen und zu bewältigen, sind herausfordernd aber auch motivierend. Folglich traf ich bald die Entscheidung, meine Bachelorarbeit – mein letztes Projekt des Studiums – sollte ebenfalls ein physischer Prototyp werden. Mit diesem Hintergrund widmete ich mich bereits vor dieser Arbeit der Entwicklung eines musikalischen Interfaces, welches in weiterer Folge in mein Bachelor-Projekt einfließen sollte.

## 3.1.1 Theorie Einfluss

Ich hatte den Designprozess meiner vorangegangenen Prototypen stets recht intuitiv gestaltet und war aufgrund der Anforderungen nicht gezwungen gewesen, meine Gestaltungsprozesse intensiv zu analysieren. Oft standen die technischen Umsetzungen und damit einhergehenden Schwierigkeiten im Fokus und aufgrund dieses zeitlichen Aufwands wurde die Phase der Konzeptentwicklung recht kurz gehalten. Doch die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen dieser Arbeit ermöglichten mir neue Sichtweisen und Gestaltungsüberlegungen bezüglich musikalischer Interfaces. Im Speziellen inspirierten mich die Designvorschläge von Gelineck and Serafin (siehe 2.4.1) zu einem Umdenken im Konzeptprozess und führten dazu, meine vorangegangene Arbeit beiseite zu legen, um mich einem Konzeptprozess mit neuen Eindrücken zu öffnen.

## 3.1

## 3.2

# IDEATIONSPROZESS EINES MUSIKALISCHEN INTERFACES

Die Verbindung aus Innovation, Funktion, Form, Machbarkeit und technischer Umsetzung macht das Konzipieren eines musikalischen Interfaces umfangreich und anspruchsvoll. Oft ist es schwierig, eine initiale Idee linear von Anfang bis Ende auszuführen. Vielmehr setzt sich die Produktentwicklung aus vielen gedanklichen Prozessen zusammen, welche heranreifen und mittels iterativen Experimenten immer wieder geprüft, adaptiert und verworfen werden. Oft sind es am Anfang eher textliche Skizzen oder schemenhafte Darstellungen von Funktionen, welche das Endprodukt Stück für Stück entstehen lassen. Die Funktionalität und die Usability stehen dabei im Vordergrund und das Design passt sich diesen Bedingungen an. Im Grunde hat die Ideation des Projekts einen ähnlichen Verlauf wie das Model der „Compositional Lifetime“ (siehe 2.3): Das Produkt in seinem ganzen Umfang wird erst sehr spät im Designprozess begreifbar. Es sind zu viele unterschiedliche Disziplinen, welche sich in einem physischen Prototypen vereinen, als dass es von Anfang an akribisch geplant werden kann. Diese Offenheit für einen nicht-linearen Prozess, welcher von „Kill your Darlings“ und Neuanfängen geprägt ist, sehe ich als persönlichen Entwicklungsschritt im Hinblick auf zukünftige Arbeiten.

Im Folgenden wird der Ideationsprozess dieser Arbeit in vier Punkten beschrieben. Dabei wird nicht auf das finale Konzept eingegangen, vielmehr werden die allgemeinen Designprozesse erläutert und aufgezeigt.

### 3.2.1 Von der Idee zum Konzept

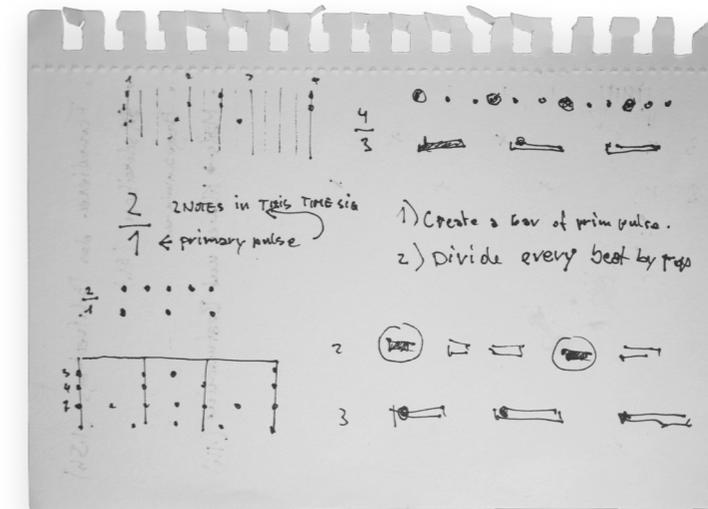
Die Analyse der musikalischen Welt ist aufgrund ihrer Natur komplex: Musiker\*innen sind sehr individuell in ihren Schaffensprozessen und es gibt keine generellen Anforderungen an ein Produkt. Vielmehr muss das Konzept einen Interaktions- oder Funktionsspielraum bieten, welcher Kreative neugierig macht, es innerhalb ihrer eigenen Prozesse einzusetzen. Folglich muss ein Dialog zwischen Musikschaffenden und den Entwickelnden stattfinden, um ein Gefühl für die Anwendungsmöglichkeiten einer Idee zu bekommen. Oft sind es letztlich mehrere Einfälle, welche in den weiteren Entwicklungsprozess getragen und dort getestet, verworfen oder kombiniert werden.

#### Gedanken- und Papierprototypen

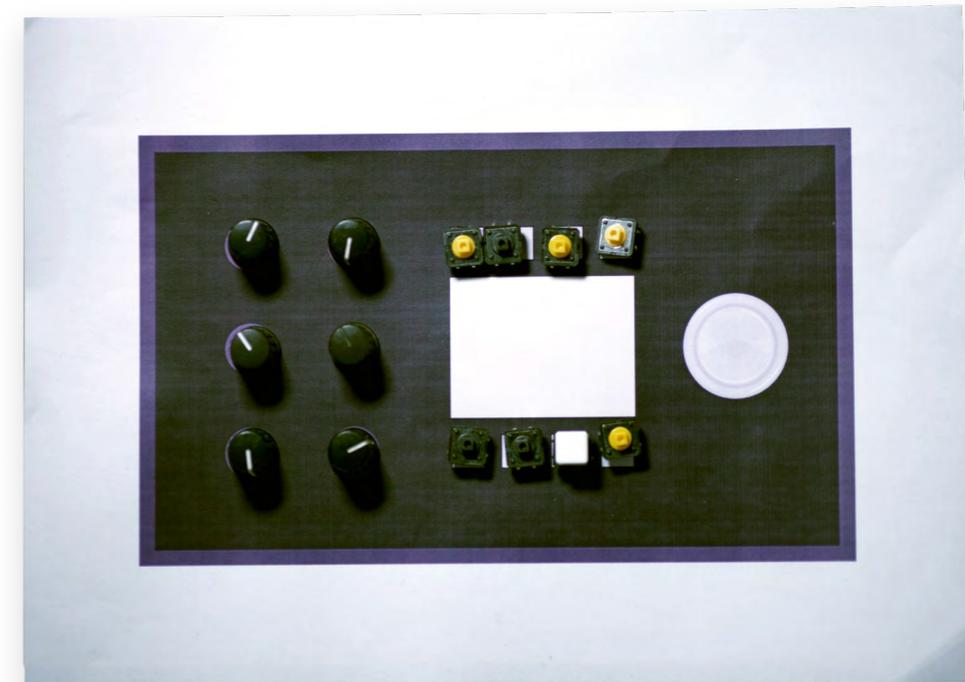
Da es sich um ein physisches Produkt handelt, ist es wichtig, Ideen nicht nur auf dem Bildschirm und im Kopf zu bearbeiten. Um ein Gefühl für das Produkt zu erhalten, werden grobe Skizzen mit Bedienelementen aufgezeichnet und dann fantasievoll damit „gespielt“. Ziel ist es, so zu tun, als würden tatsächlich physische Elemente existieren. Durch die Interaktion und die gedankliche Visualisierung des Produkts, können Probleme intuitiver lokalisiert werden. Darüber hinaus kann der Charakter des Interfaces erfahren werden: Wirkt es verspielt oder professionell? Wirkt es explorativ oder präzise? Wirkt es intuitiv oder kompliziert?

#### Mit dem Stift Programmieren

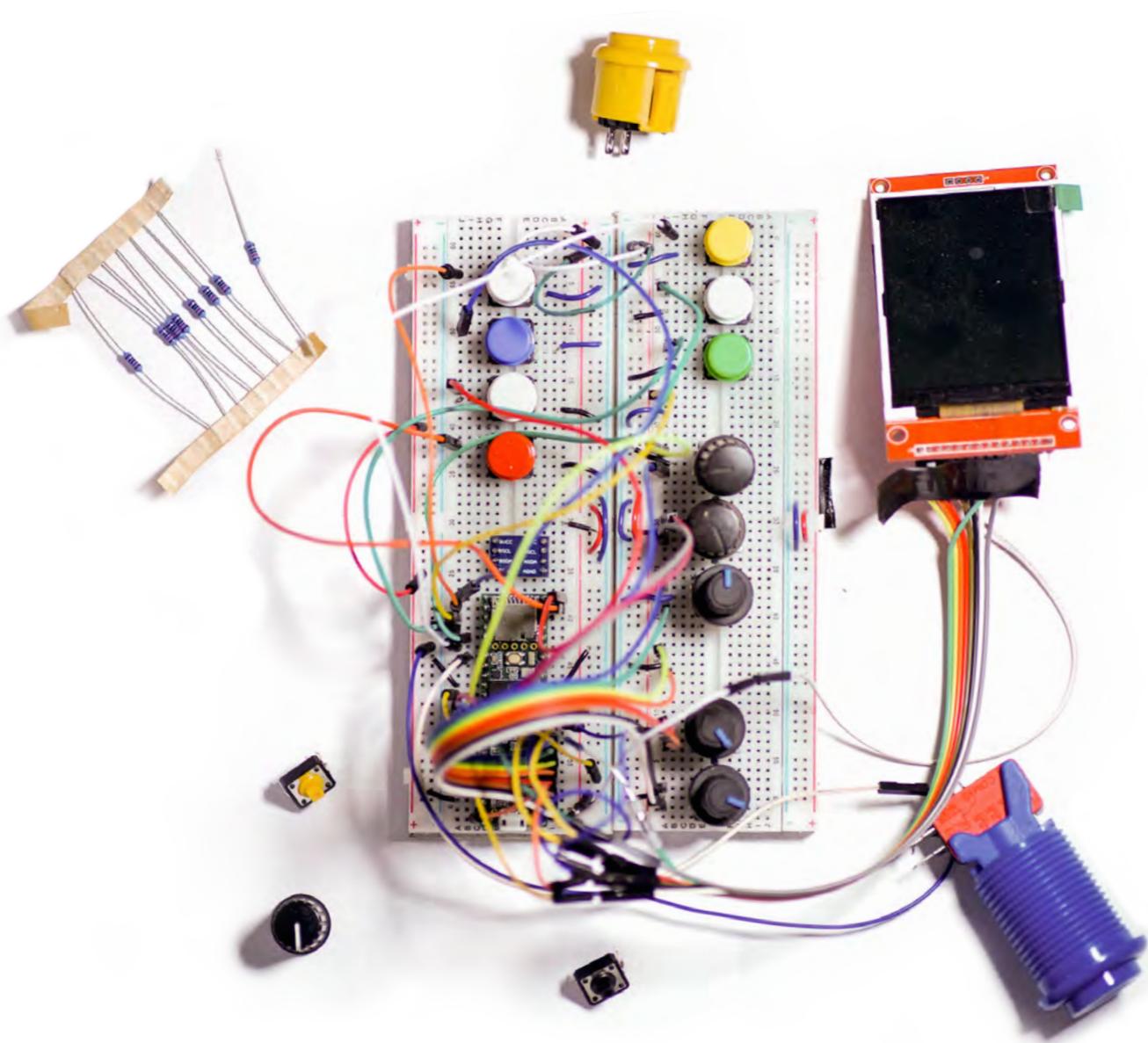
Das Coding eines Programmes ist umfangreich und langwierig. Deswegen ist es für die Skizzierung einer Idee eher ungeeignet. Um eine Idee aber auf allen Ebenen weiterzuentwickeln, ist es wichtig neben der Funktionalität auch die technische Umsetzung mitzudenken. Dafür kann es hilfreich sein, die wichtigen Funktionen des Programms schemenhaft



Eine Skizze des Polyrythmus Coding-Prozesses.



Ein Papierprototyp von „Rhythmusgerät“. Hiermit kann zum Beispiel gut getestet werden, ob die Abstände der Bedienelemente – wie die Drehgeber und die kleinen Taster – gut gewählt sind.



Dieser Breadboard Steck-Schaltkreis zeigt einen Teil des Innenlebens von „Rhythmusgerät“. Solche Steck-Platinen werden zum Testen von Schaltkreisen verwendet.

zu skizzieren. Dieser visuelle Überblick ist mit einer Maschine vergleichbar, welche aus Funktionsmodulen besteht. Er stellt die technischen Bausteine, sowie die Verbindung dieser dar und ermöglicht Gestaltenden dadurch ein umfangreicheres Verständnis für ihr Produkt.

### 3.2.2 Physische und digitale Experimente

Jedes Bauteil hat seine Eigenheiten und es gibt unzählige Varianten von jeder Produktgruppe. Damit ein Konzept umgesetzt werden kann und alle Komponenten miteinander funktionieren, muss jedes Einzelteil zuerst separat betrachtet werden.

#### **Breadboarding**

Ein Breadboard (Abbildung links) dient in der Regel als „Skizzenblatt“ für physische Versuche. Dort können per Steckmechanismus Schaltkreise zusammengebaut werden. So können Bauteile getestet werden, ohne sie fest zu verlöten oder verbauen zu müssen. In kleinen Experimenten werden so die einzelnen Komponenten getestet und letztendlich Stück für Stück zusammengeführt.

#### **Digitale Experimente**

Auch in der Entwicklung des Programmcodes finden regelmäßig Experimente statt. Oft sind Problemstellungen zu komplex um sie von Anfang an zu begreifen. „Trial and Error“ ist deswegen oft notwendig, um zu verstehen, warum sich das Programm auf diese oder jene Weise verhält. Erst mit diesen Erfahrungen können Module des Codes ausformuliert werden.

Interessant ist, dass es bei dieser Herangehensweise oft zu unvorhersehbaren Effekten kommt: Bauteile verhalten sich beispielsweise unerwartet oder der Code ist syntak-

tisch fehlerfrei aber funktioniert anders als gedacht. Oft müssen diese Fehler gesucht und korrigiert werden. In einigen Fällen wiederum konnten solche Zufälle das Konzept weiterentwickeln. Speziell im Bereich der explorativen Klanggestaltung, in der solche Zufälle erwünscht sind, ist es interessant, dass auch die Interface-Entwicklung von Ungeplantem profitieren kann.

### 3.2.3 Form und Design

Das Produktdesign eines musikalischen Interfaces spielt eine entscheidende Rolle in der Wahrnehmung der Betrachter\*innen. Ein Synthesizer für mehrere tausend Euro würde schlicht nicht akzeptiert werden, wenn an den Materialien gespart werden würde. Das Design kann folglich den Charakter des Interfaces mitgestalten (siehe 2.5.3). Im Ideationsprozess dieser Arbeit kommt die Entscheidung für die Materialität und Konstruktion aber erst recht spät zur Geltung. Die Form hängt von einigen Faktoren ab. Zum Beispiel: Wie ist die Interaktion gestaltet, welche Funktionen sollen in den Vordergrund gerückt werden oder wie viele Ein- und Ausgabeelemente werden letztendlich benötigt. Neben dem ästhetischen Design ist auch die Konstruktion und Fertigung des Modells zu beachten. Hierfür ist es hilfreich, den Aufbau in 3D Programmen zu visualisieren und zu planen. So können die Form, die Dimensionen und die Farbigkeit schon im Vorfeld definiert werden.

### 3.2.4 Einschränkungen

Ein wichtiger und vor allem wiederkehrender Punkt für dieses Projekt war die Frage nach der Machbarkeit. Die umfangreichen Anforderungen der Bachelorarbeit limitieren die Zeit des Prototypings. Es ist schwierig den Zeitaufwand dieses Prozesses zu planen, da es so viele unvorhersehbare Faktoren gibt. Dieser Umstand resultiert in einer gestaffelten Entwicklung: Es wird ein Grundkonzept entwickelt und

zusätzlich optionale Meilensteine definiert. Das Grundkonzept ist alleinstehend funktional und kann in Abhängigkeit des Zeitfensters um diese Bausteine erweitert werden.

Neben zeitlichen Limitierungen muss auch der finanzielle Aspekt berücksichtigt werden. Einzelanfertigungen sind möglich, aber auch oft mit hohen Kosten verbunden. Spezialanfertigungen und spezifische Bauteile sind in Europa oft um ein Vielfaches teurer als zum Beispiel in Asien und darüber hinaus oft gar nicht in kleinen Stückzahlen erhältlich. Die Suche nach geeigneten Bauteilen und Fertigungsunternehmen, welche sich im Budgetrahmen befinden, fordert viel Zeit und ist nicht immer unmittelbar erfolgreich. Aus diesem Grund müssen oft „teurere“ Entscheidungen getroffen werden, um den Zeitplan einhalten zu können.

Die größte Einschränkung stellt jedoch fehlende Fachkenntnis dar. Im Entwicklungsprozess kommt es immer wieder zu technischen Schwierigkeiten, welche eine umfangreiche Lösungssuche provozieren. Ähnlich wie unter dem Punkt „digitale Experimente“ beschrieben, ist es ein iterativer Prozess, welcher nicht immer mit einer Lösung endet. Oft müssen alternative Lösungswege gesucht werden oder Vorhandenes muss an neue Gegebenheiten adaptiert werden. Diese Iterationen sind ein großer Antrieb für das Erlernen dieses Gebietes, verlangsamen aber naturgemäß den Gestaltungsprozess. Trotz dessen kann diese Limitierung auch sehr kreativ-fördernd sein, sind wir als Gestalter\*innen doch darauf trainiert, Lösungen für Probleme zu finden. Innerhalb des Kontextes dieser Arbeit konnte ich beobachten, dass sich mein ursprüngliches Konzept durch diese Einschränkungen auf einen spezifischen Punkt reduziert und ihn hervorgehoben hat.

## 3.3 RHYTHMUSGERÄT EXPLORATIV UND VERSPIELT



„Rhythmusgerät“ ist ein musikalisches Interface, welches die Exploration und Kreation von Polyrhythmen und Polymetren ermöglicht. Es handelt sich um einen Controller (siehe 2.2.2), welcher MIDI-Noten in variablen Rhythmusmustern an Klangerzeuger weitersendet. So können interessante und komplexe Strukturen erschaffen werden, welche mit konventionellen Soft- und Hardwarelösungen nur bedingt oder schwierig nachzubilden wären.

Vielen gängigen Hardware-Sequenzern unterliegt ein rhythmisches Raster, welches in vordefinierte Zeiteinheiten eingeteilt ist. Das führt dazu, dass elektronische Musik oft ähnliche Rhythmusstrukturen zu verzeichnen hat. „Rhythmusgerät“ wirkt diesem Umstand entgegen, indem es möglich ist, verschiedene Rhythmuscharaktere miteinander zu kombinieren. Hierfür verfügt das Gerät über zwei grundlegende Rhythmusmodi: Polyrhythmik und Polymetrik. Die Kombination dieser Konzepte erlaubt es, Muster auch außerhalb des Rasters zu erzeugen um letztendlich ungewöhnliche Rhythmus- oder Betonungsvariationen zu erzeugen.

### 3.3.1 Konzepterläuterung

Im Folgenden wird das Konzept von „Rhythmusgerät“ in mehreren Teilen vorgestellt. Viele Entscheidungen basieren auf Überlegungen von Gelineck, Serafin, Miranda und Wanderley (siehe 2.4), welche jeweils vorangestellt sind.

### **Design for a balance between an intuitive tool and an unpredictable tool [...]**

Der explorative Charakter des Interfaces manifestiert sich in der Gestaltung des User-Interfaces. Anwender\*innen können die einzelnen Rhythmusspuren mit einigen Werkzeugen manipulieren, jedoch lässt sich schwer voraussagen, wie das Endprodukt klingen wird. Diese Einschränkung zwingt Musikschaffende letztlich dazu, mit dem Gerät zu spielen, um zu einem Ergebnis zu kommen.

### **Restrict the possibilities of the musical tool.**

„Rhythmusgerät“ ist damit innerhalb eines Musikproduktions-Prozesses eher in der ersten, explorativen Phase zu verbuchen. Es stellt weder das Herzstück des Workflows dar, noch wird es von Anfang bis Ende benötigt. Vielmehr ist es ein Ideengeber und Experimentiergerät und kann dadurch den klanglichen und vor allem den rhythmischen Charakter von Musikstücken prägen.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit bieten Live-Situationen. Zeitintensive Programmierungen von Rhythmen während eines Auftritts sind nur schwer umsetzbar. Hierfür bietet „Rhythmusgerät“ mit seinem intuitiven User-Interface eine Alternative: Durch die Kontrolle von wenigen Parametern können komplexe Rhythmusstrukturen in Echtzeit erstellt und verändert werden.

### **Make the tool compatible with everything else.**

„Rhythmusgerät“ ist im Grunde ein MIDI-Noten Rhythmus-Generator. Dieser Umstand macht es zu einem flexiblen Teil eines musikalischen Setups. Welchen Klangerzeuger das Interface ansteuert, bleibt den Musikschaffenden überlassen. Es ist auch möglich, mehrere Klangerzeuger oder Effektgeräte gleichzeitig anzusteuern, um spannende

Effekte zu kreieren. Das MIDI-Mapping von „Rhythmusgerät“ ist zudem dynamisch und kann je nach Bedarf angepasst werden. So kann zum Beispiel mit derselben Rhythmusspur zwischen zwei Klangerzeugern (mit jeweils unterschiedlichen MIDI-Kanälen) hin- und hergeschaltet werden.

### **Design for unintended use.**

Komplexe User-Interfaces von Musikprodukten bedürfen oft wochenlanger Lernphasen, bevor sich ein persönlicher Flow mit dem Gerät einstellt. Benutzer\*innen kommen gar nicht an den Punkt, Funktionen anders als vorgesehen zu benutzen, bevor nicht die Gesamtheit des Produktes begriffen wurde. Die Funktionen von „Rhythmusgerät“ sind wiederum reduziert und übersichtlich gehalten. Dies ermöglicht eine intuitive Gestaltung des User-Interfaces und Musikschaffende können das Gerät schnell verstehen und damit arbeiten. Diese Limitierung und der einfache Zugang lassen Anwender\*innen schnell in einen Flow mit dem Gerät kommen. Rasch entwickeln Musiker\*innen individuelle Anwendungsmöglichkeiten und nutzen die vorhandenen Werkzeuge oft anders, als sie angedacht waren.

## 3.3.2 Rhythmus, Polyrhythmus und Polymetrum

**Rhythmus:** ist die zeitliche Gestaltung und Ordnung von Noten. Er dient als Gestaltungsmittel, um den Aufbau von Spannung und Entspannung eines Musikstücks zu konstruieren. In diesem umfassenden Sinne definiert, enthält Rhythmus Elemente, die jeweils ein spezielles Zeitverhältnis repräsentieren (vgl. Lernhelfer, 2010). Um die Funktionsweise von „Rhythmusgerät“ zu verstehen, werden einige dieser Elemente im Folgenden erläutert:

**Tempo:** ist das die absolute Tondauer festlegende Zeitmaß, das Verhältnis „schnell – langsam“ (vgl. Lernhelfer, 2010). Angegeben wird das Tempo in BPM (Beats per Minute). Bei



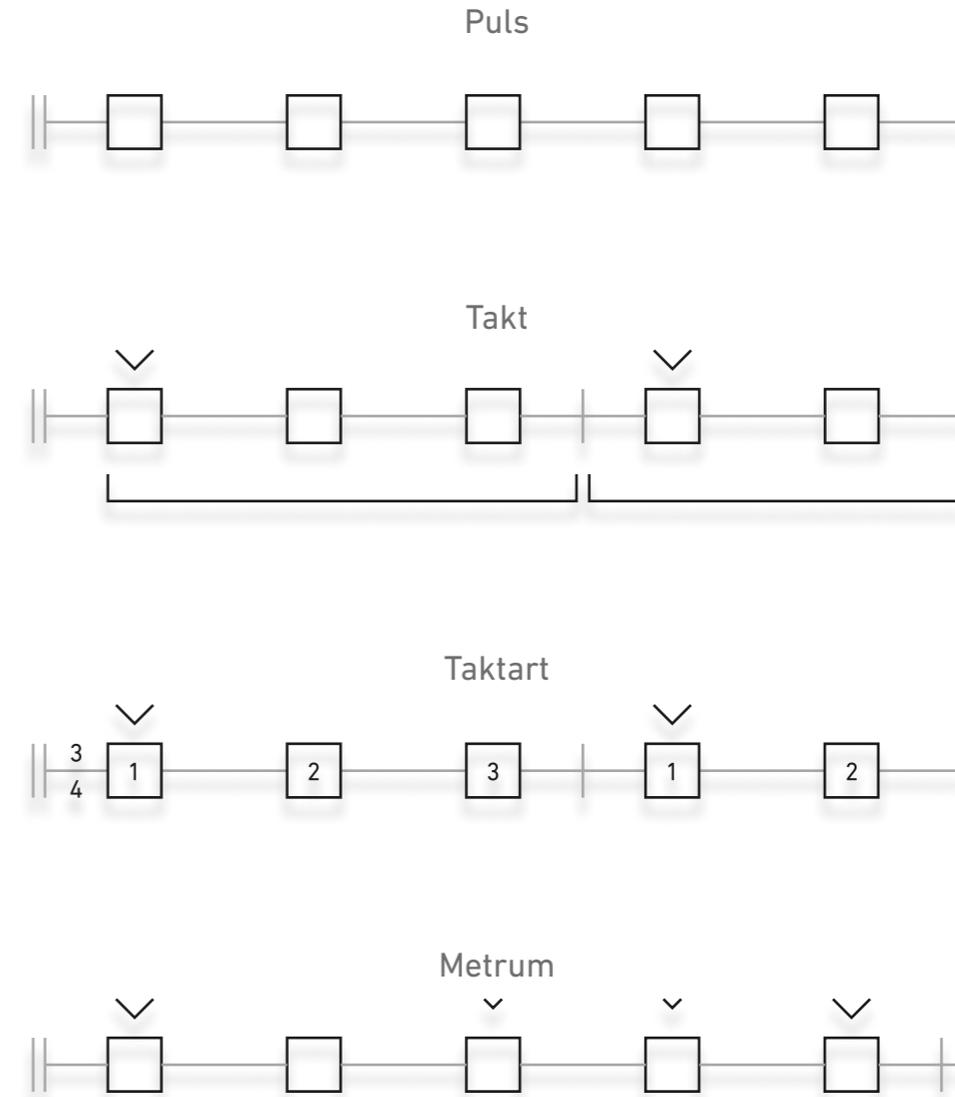
60 BPM existiert demnach ein „Beat“ pro Sekunde. Bei gängigen Taktarten entspricht ein „Beat“ einer Viertelnote.

**Puls:** ist eine gleichmäßige Folge von Schlägen, dem Ticken einer Uhr vergleichbar. Er bildet das „Rückgrat“ für den rhythmischen Ablauf (vgl. Lernhelfer, 2010). Ein MIDI-Clock-Signal (siehe 2.2.3) zur Tempo-Synchronisation von mehreren Geräten besteht zum Beispiel nur aus einem Puls. Es werden weder BPM, Taktart, oder sonstiges Parameter gesendet. Die Kalkulation des absoluten Tempos in BPM, muss demnach auf dem empfangenden Gerät selbst passieren.

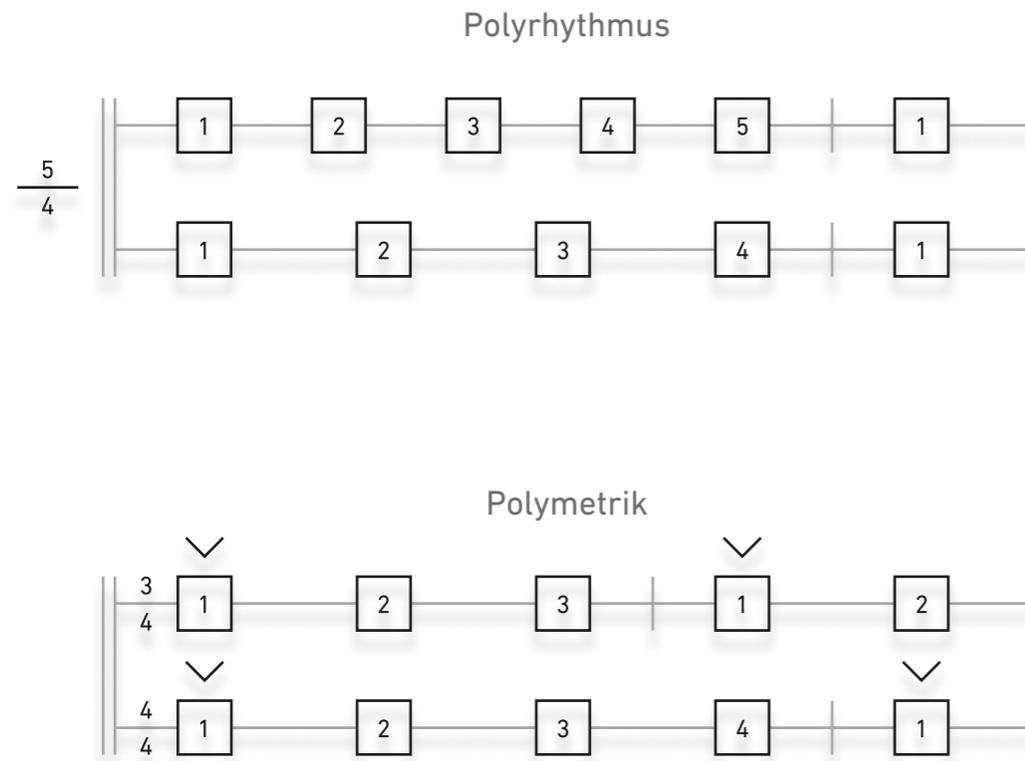
**Takt:** gliedert die gleichmäßigen Pulsschläge durch regelmäßig wiederkehrende Betonungen (vgl. Lernhelfer, 2010). Takt ist demnach ein abstrakter Raster, welcher sich bis zum Ende des Stückes wiederholt.

**Taktart:** definiert sich danach, wie viele Notenwerte innerhalb eines Taktes vorkommen, also die relative Länge eines Taktes. Notenwerte werden typischerweise in Brüchen angegeben:  $1/4$  Noten,  $1/16$  Noten, etc. Eine Taktart wird durch eine Anzahl von Noten (dem Zähler des Bruches) und einem Notenwert (dem Nenner des Bruches) definiert. Ein  $4/4$  Takt besteht demnach aus vier Viertelnoten, während eine  $6/8$  Taktart aus sechs Achtelnoten besteht. Manche Musik Genres basieren auf für sie typischen Taktarten: Zum Beispiel der „Wiener Walzer“ auf einem  $3/4$  Takt oder „EDM“ auf der wohl meist benutzten Taktart  $4/4$ .

**Metrum:** ist die Folge und Beziehungen der Betonungen, beziehungsweise, das Gewichte der einzelnen Taktzeiten, das Verhältnis „betont– unbetont“ (vgl. Lernhelfer, 2010). Metren sind mehrfach wiederholte Muster aus betonten und unbetonten Tönen. Während ein Takt regelmäßige und gleichbleibende Betonungen hat, besitzt ein Metrum komplexere, auch über einen Takt hinausgehende Betonungsmuster.







### 3.3.3 Mehrere Rhythmen – gleiche Zeit

Ein Polyrhythmus ist das gleichzeitige Auftreten verschiedener Rhythmen. Sie gelten als Kennzeichen traditioneller, afrikanischer Musik, sind mittlerweile aber auch ein wichtiger Bestandteil von westlicher Musik. Polyrhythmen werden oft in mathematischen Brüchen dargestellt, welche die Anzahl der Noten innerhalb einer bestimmten Zeit festlegen. Zum Beispiel der 4/5 Rhythmus: Während innerhalb einer Zeiteinheit genau vier Noten abgespielt werden, werden synchron dazu fünf Noten gespielt, welche naturgemäß ein wenig schneller erfolgen müssen um zu der gleichen Zeit zu enden. Die ersten beiden Noten der Sequenzen werden demnach stets zur selben Zeit gespielt. Dabei kommt es zu Verschiebungen der Noten aus dem Takt-Raster. Diese Rhythmusform erzeugt eine Spannung bei den Zuhörenden, indem die Erwartungen enttäuscht werden: Es passiert nicht immer das, was vom Gefühl her erwartet wird. Mathematisch ist zwar jeder Polyrhythmus darstellbar, jedoch sind wir Menschen ab einer gewissen Länge und Komplexität nicht mehr in der Lage, dass Muster wahrzunehmen.

### 3.3.4 Gleicher Rhythmus – mehrere Metren

Polymetren sind im Grunde mehrere Rhythmen, welche dieselbe Zeiteinheit und Notenzahl aufweisen. Die Betonungsordnung, also wiederkehrende Betonungsmuster, unterscheiden sich allerdings jeweils. Wenn ein 3/4 Metrum über ein 4/4 Metrum gelegt wird, verschieben sich die Akzente, also die betonten Noten, pro Takt um jeweils eine Stelle. In diesem Fall würden sich die Akzente nach 12 Schlägen wieder „treffen“ und die Betonungsordnung wiederholt sich. Ähnlich dem Polyrhythmus erzeugen Polymetren Spannung in der rhythmischen Struktur von Musikstücken. Die Betonungen von Noten wiederholen sich nicht Takt für Takt, sondern „bewegen“ sich dynamisch im Verlauf des Songs. Auch Polymetren sind typisch für moderne Musik.

# FUNKTIONEN

## BEDIENELEMENTE UND ANSCHLÜSSE

### 3.4

Die Bedienelemente von „Rhythmusgerät“ setzen sich aus sechs inkrementellen Drehgebern, einer großen „Shift“-Taste und acht kleinen Druckknöpfen zusammen. Das grafische User-Interface wird auf einem TFT Display angezeigt. Sämtliche Bedienelemente sind mit zwei Funktionen belegt, welche verfügbar werden, während die „Shift“-Taste gedrückt wird. Im Folgenden werden die einzelnen Funktionen und Modi beschrieben.

#### 3.4.1 Hauptanzeige

Die Hauptanzeige besteht aus vier mathematischen Brüchen, welche jeweils einen Rhythmus repräsentieren und nicht mit der Darstellung von Taktarten zu verwechseln ist. Das kleine „M“ oder „P“ in der Mitte des Trennstriches indizieren den Rhythmuscharakter des gesamten Bruchs und stehen für Polymetrik oder Polyrythmik. Zwar sind für die Berechnung des Rhythmusmusters Zähler und Nenner des Bruches relevant, trotzdem können beide Positionen als getrennte Spuren betrachtet werden, welche separat manipuliert werden können. Es gibt demnach acht alleinstehende Rhythmusspuren.

#### Wechsel des Rhythmusmodus

Die Knöpfe über dem Display können dazu benutzt werden, um die gewünschte Spur auszuwählen. Ist eine Position bereits aktiv, kann durch erneutes Betätigen des Knopfes zwischen Polyrythmik und Polymetrik gewechselt werden.



### Mute

Wird die „Shift“-Taste gedrückt gehalten, dienen die Knöpfe zur Stummschaltung einzelner Spuren. Stummgeschaltete Spuren werden ausgegraut angezeigt. Die Funktion steht auch während der Manipulation von anderen Parametern zur Verfügung.

### Drehgeber

Die Bedienung der Drehgeber wirkt sich ebenfalls auf die ausgewählte Spur aus. Hierbei wechselt die grafische Anzeige automatisch in den jeweiligen Modus, sobald ein Drehgeber bewegt wird.

## 3.4.2 Funktionen

### Indicator

Der „Indicator“-Parameter verändert die Zahl des Bruches und verhält sich je nach Rhythmusmodus anders. Die Zahlen repräsentieren jeweils 32/1 Noten.

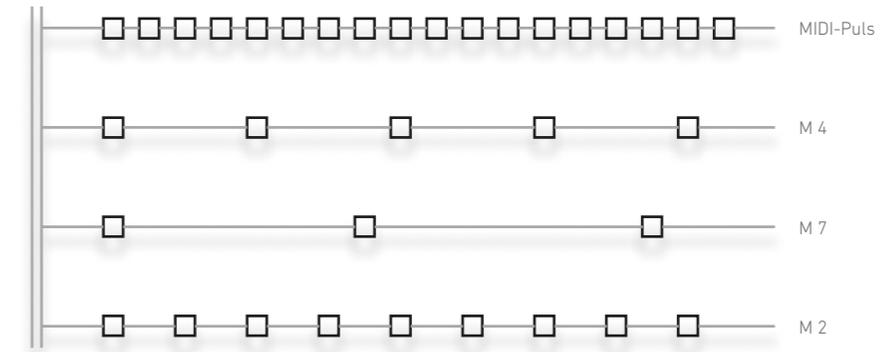
Polymetrik bestimmt, der wievielte Ton abgespielt wird. Bei der Zahl „5“ wird demnach jede fünfte 32/1 Note gespielt.

Polyrhythmik bestimmt, wie viele Töne innerhalb einer Bar (entspricht 4 Takten) abgespielt werden. Bei der Zahl „7“ werden demnach sieben Töne innerhalb von 4 Takten gespielt.

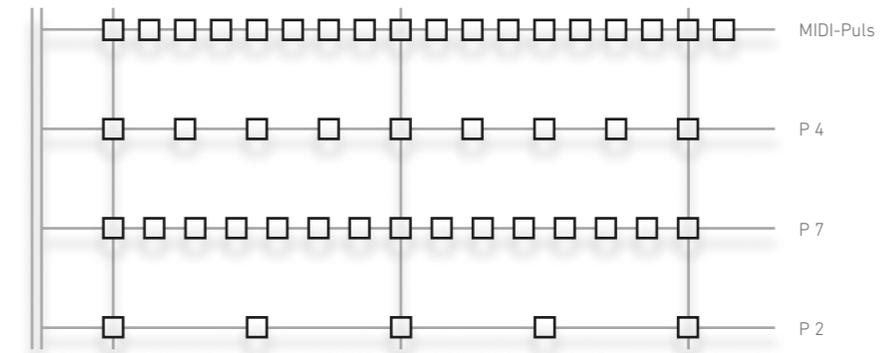
### Skip

Hier können bestimmte Töne eines Rhythmus ausgelassen werden. Dabei steht die Zahl für die Position der ausgelassenen Note. Zum Beispiel: Bei einer „2“ wird jede zweite Note, bei einer „6“ jede sechste Note ausgelassen.

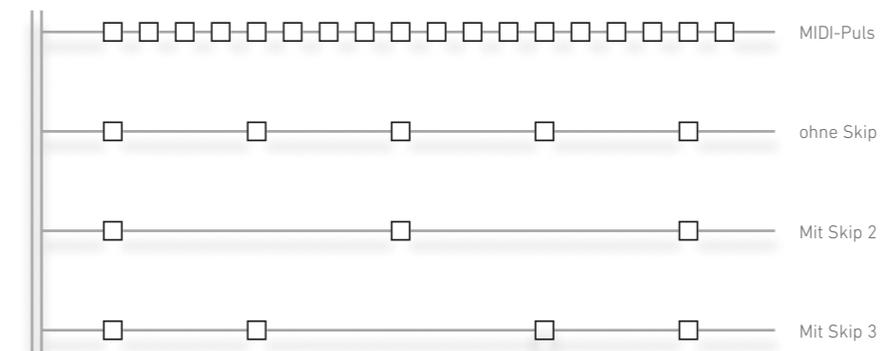
### Indicator M (Polymetrum)



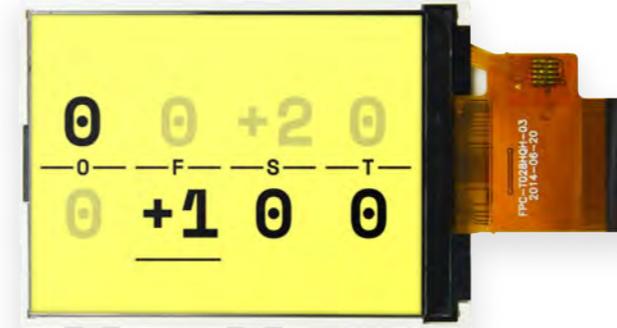
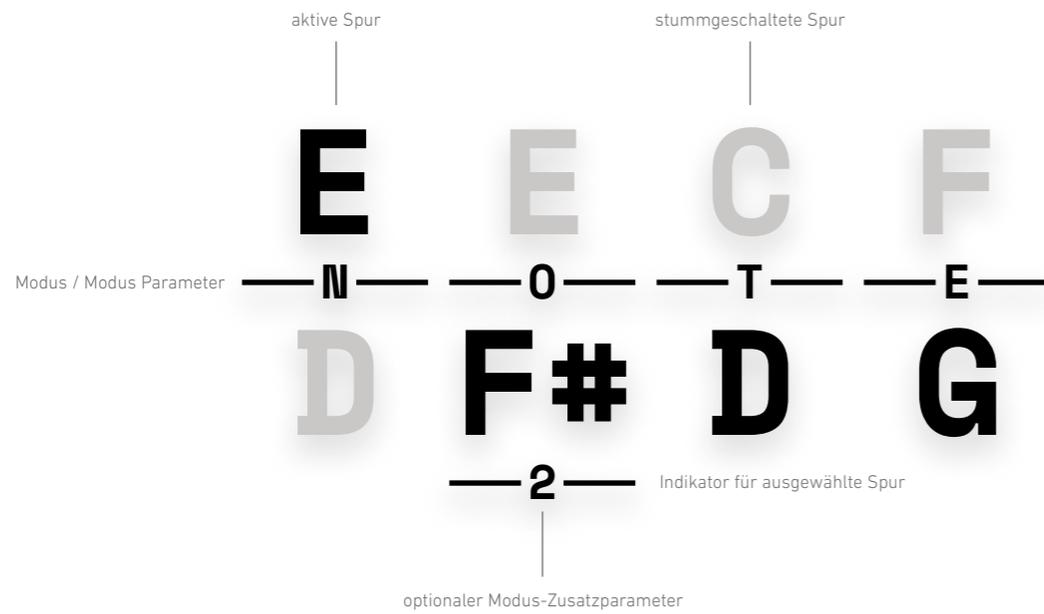
### Indicator P (Polyrhythmus)



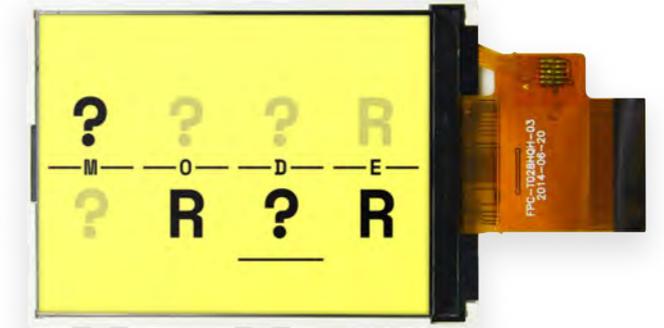
### Skip



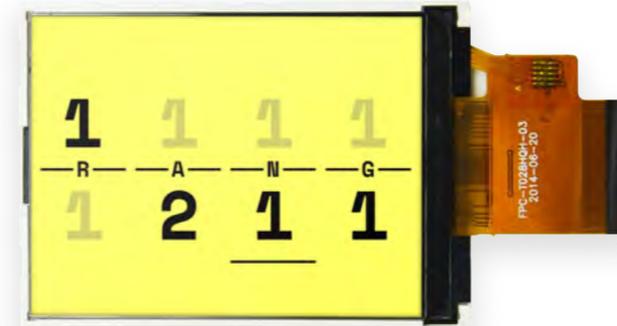
## Elemente Hauptanzeige



Offset



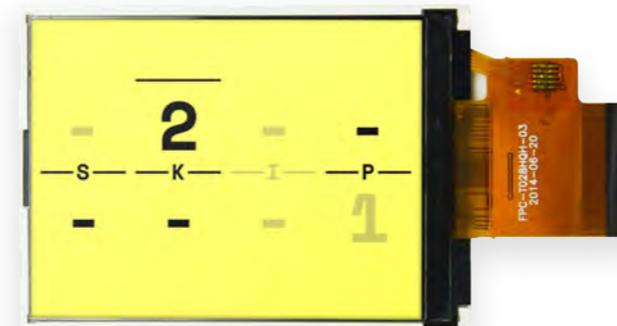
Range Mode



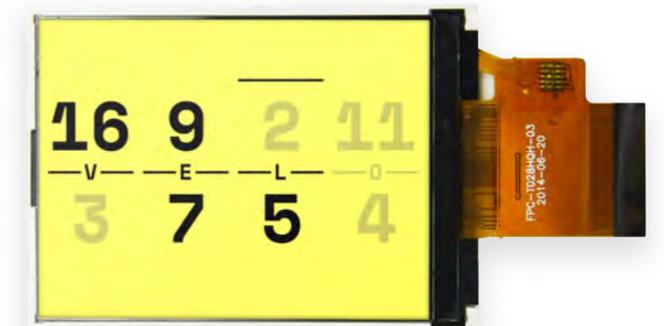
Range



Settings

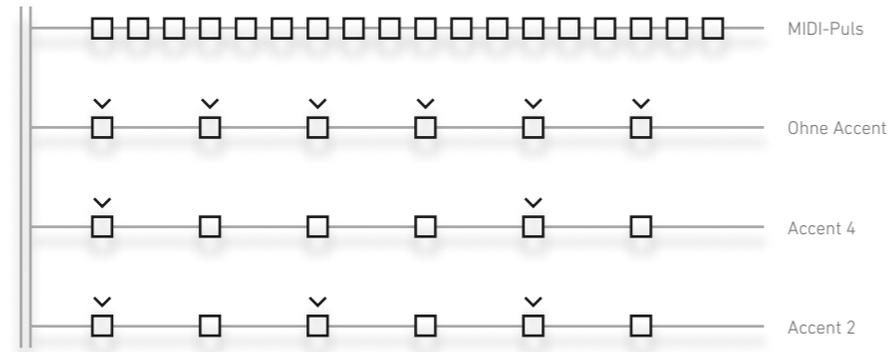


Skip

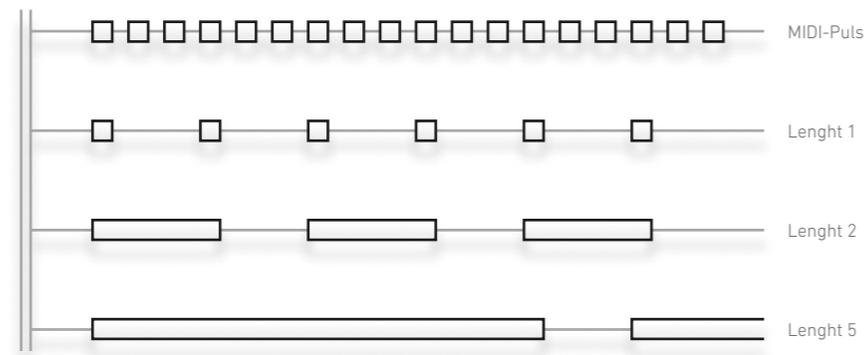


Velocity

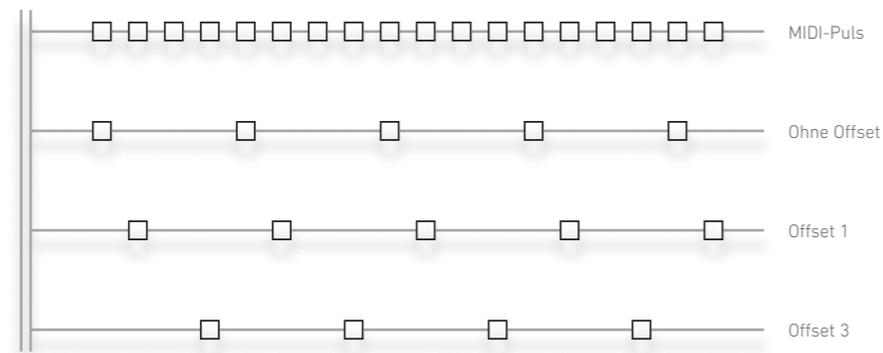
## Accent



## Length



## Offset



## Velocity

Dieser Parameter bestimmt die generelle Lautstärke der abgespielten Noten. Diese wird in Schritten von 1 bis 16 eingestellt.

## Accent

„Accent“ verhält sich ähnlich wie „Skip“, nur dass die Noten nicht ausgelassen, sondern akzentuiert werden. Ein Akzent bedeutet, dass die Note lauter gespielt wird. Zum Beispiel: Bei einer „3“ wird jede dritte Note akzentuiert. Akzente sind traditionelle Methoden, um einen Rhythmus interessant und organisch zu Gestalten.

## Length

Die „Length“ definiert die Notenlänge. Standardmäßig ist diese auf 16/1 Noten eingestellt. Während dieser Parameter für perkussive Sounds eher unwichtig ist (sie bestehen eher aus einem Impuls anstatt einer langen Tonfläche), kann es für andere Klänge, wie zum Beispiel Bass Sounds, sehr wichtig sein, wie lange sie „anhalten“.

## Offset

Dieser Parameter kann Rhythmen um 32/1 Zählzeiten verschieben. Das erweitert die Möglichkeit, Rhythmen fernab von konventionellen Zeit-Rastern zu gestalten.

## Note

Der „Note“ Parameter sagt aus, welche Tonhöhe abgespielt wird. MIDI-Noten werden traditionell in numerischen Werten von 0 bis 127 angegeben. Dies ist für Musiker\*innen nicht besonders intuitiv, vor allem im Hinblick auf die Kompatibilität mit anderen Musikschaaffenden. Deswegen wird dieser

Parameter mit den Notennamen (C, D, Fis, etc.) angegeben und die zugehörige, kleine Zahl repräsentiert die aktuelle Oktave.

### Channel

Dieser Parameter bestimmt den MIDI-Kanal der Spur. Das ist vor allem für den technischen Aufbau des musikalischen Setups wichtig. Werden viele Geräte miteinander kombiniert, müssen diese auf unterschiedliche MIDI-Kanäle gelegt werden, um Interferenzen zu vermeiden. Aber auch eine kreative Anwendung dieses Parameters ist denkbar, um die Rhythmusspur zum Beispiel in Echtzeit an unterschiedliche Klangerzeuger zu senden.

### Range

Dieser Parameter definiert die „Note-Range“, also einen Bereich von Noten, welche abgespielt werden. Ist die „Note-Range“ auf „0“, wird bei jeder Note ausschließlich der eingestellte „Note“-Wert abgespielt. Ist sie auf „4“ kann das Programm aus dem Grundton und den drei nächstliegenden Noten auswählen. Zum Beispiel: „Note“ C und „Range“ 3 ergeben folgenden Notenbereich: C, Cis und D.

### Mode

Der „Modus“ Parameter bezieht sich auf die „Range“ und wird in Buchstaben angezeigt: „R“ steht für „Random“, es werden also zufällige Noten aus der „Note-Range“ abgespielt. „R“ steht für „Rise“, die Noten werden also ansteigend, der Reihe nach abgespielt. „F“ steht für „Fall“, die Noten werden absteigend abgespielt. Eine Erweiterungsmöglichkeit wären noch weitere Modi, wie zum Beispiel: „Rise and Fall“ oder „Double and Rise“, etc.

### Settings und Parameter

Der letzte Drehgeber öffnet die Grundeinstellungen der Interfaces. Unter „Accent“ wird das Lautstärkenverhältnis von akzentuierten und nicht akzentuierten Noten in 1/10 Schritten angegeben. „Scale“ limitiert die Auswahl von „Tone“ und „Range“ auf gewisse Töne einer Tonskala. Berühmte Skalen sind zum Beispiel: Dur, Moll, Blues, Lydisch, etc. „MIDI“ besagt, ob die MIDI-Clock über USB oder die 5 poligen DIN Stecker bezogen wird. Und zu guter Letzt ist es möglich, unter „save“ und „load“ den kompletten Zustand der Rhythmuspuren des Geräts zu speichern oder zu laden.



### 3.4.3 Anschlüsse

Auf der Rückseite von „Rhythmusgerät“ befinden sich vier Anschlüsse: Drei 5-polige DIN-Stecker (auch umgangssprachlich als MIDI-Anschluss bekannt) als MIDI-Eingang, MIDI-Ausgang oder zur einfachen Weiterleitung des Signals (MIDI-Thru) sowie ein Micro USB-Anschluss als 3.3 bis 5V Stromversorgung. Der niedrige Stromverbrauch des Geräts ermöglicht auch einen portablen Betrieb per Akkubank.

# ENTWURF HOCHWERTIG UND FUNKTIONAL

Das Produktdesign von „Rhythmusgerät“ folgt ganz dem Leitsatz „form follows function“ und ist auf das Wesentliche reduziert. Das Gehäuse besteht aus 12 mm starken Multiplex-Platten, welche aufgrund ihrer häufigen Anwendung im Modellbaubereich den DIY-Charakter des Produkts hervorheben und trotzdem einen hochwertigen Eindruck machen. Das Plattenmaterial ist zudem einfach zu verarbeiten, zu veredeln und ist außerdem kostengünstig. Die Frontplatte wird aus 2 mm starken Aluminium gefräst und anschließend in schwarz eloxiert. Das Material wirkt hochwertig, kühl und klar und stellt mit seiner seidig-matten Oberfläche den Kontrast zum organischen und warmen Charakter des Holzes dar. Die Kombination aus Metall und Holz ist zudem gängig im Bereich von hochwertigen musikalischen Interfaces.

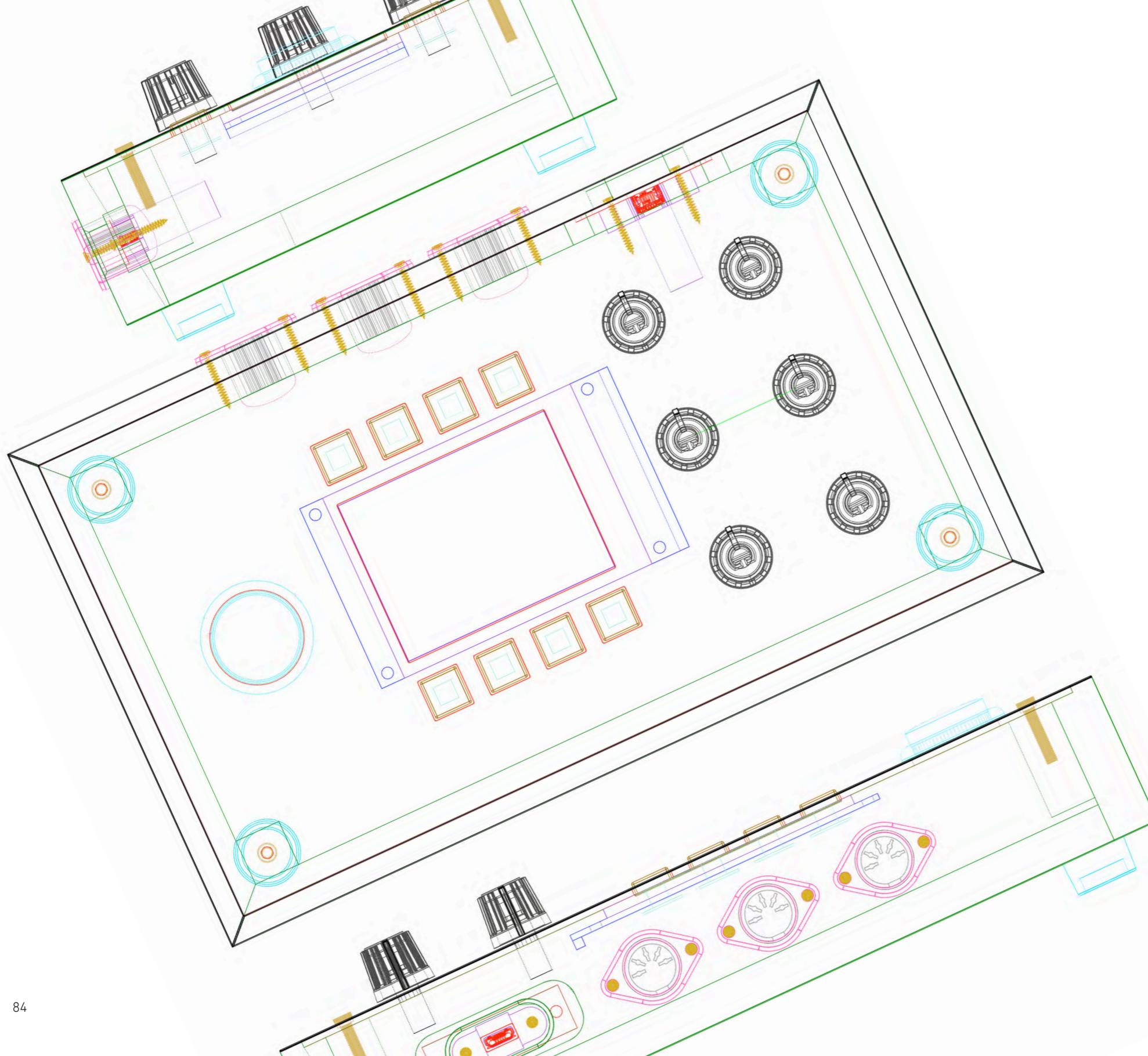
## 3.5.1 Bauteile

Die Bedienelemente wurden vor allem im Hinblick auf Design und Haptik ausgewählt. Die kleinen Tasten haben einen deutlichen Druckpunkt und die Drehgeber weisen einen leichten Widerstand bei einer Bewegung auf, was eine präzise Kontrolle ermöglicht. Der große „Shift“-Taster wird typischerweise in Arcade-Spielautomaten verbaut und ist deswegen sehr robust und weist einen klaren Druckpunkt auf. Da es sich um das meist benutzte Bedienelement handelt, ist dieser Taster auch in seiner Position hervorgehoben.

Das Display ist ein TFT-LCD Farbdisplay mit 320x240 Pixeln. Hier gibt es bereits wesentlich hochauflösendere und effizientere Displays, jedoch ist das Verwendete für diesen Anwendungsfall, vor allem im Hinblick auf den Preis, völlig ausreichend.

## 3.5





Das Herzstück von „Rhythmusgerät“ ist ein „Teensy 3.6“ Mikrocontroller. Dieser stellt aufgrund seiner Leistung und seiner umfangreichen Hardwareperipherie einen soliden und verlässlichen Grundbaustein dar. Aufgrund seiner nativen MIDI-Unterstützung ist er zudem für MIDI-Anwendungen prädestiniert.

### 3.5.2 Technische Umsetzung

Um die Elektronik kompakt zu gestalten, wird der komplette Schaltplan nach vorangegangenen Breadboard Tests auf eine PCB (Printed Circuit Board) oder auch Leiterplatte geätzt. Dies beugt zum Beispiel Lötfehlern, „Kabelsalaten“, Kabelbrüchen oder auch Beschädigungen durch mechanische Beanspruchungen des Prototypen vor. Das Coding von „Rhythmusgerät“ wurde in der Programmiersprache „C“ umgesetzt.

### 3.5.3 Konstruktion

Ein wichtiger Aspekt bei der Planung eines musikalischen Interfaces ist auch die Innenraumgestaltung des Gehäuses. Bauteile haben verschieden Größen und der sichtbare Teil stellt meistens nur „die Spitze des Eisbergs“ dar. Damit sich die Bauteile nicht gegenseitig im Weg sind, die Fräsungen und Bohrungen mit den Leiterplatten übereinstimmen und das Gerät trotzdem klein und handlich bleibt, muss der Innenraum sehr genau geplant werden. Die Bauteile müssen exakt vermessen werden und oft auf Zehntel Millimeter genau ausgerichtet werden. Um in solchen dreidimensionalen Objekten den Überblick zu behalten, wurde auch dieser Schritt in einer 3D Software realisiert (Abbildung links). Auch der Gehäusebau kann so gut geplant und angepasst werden.

# AUSBLICK VON KICKSTARTER BIS OPENSOURCE

Der nächste Schritt des Projekts „Rhythmusgerät“ ist es, das Potential auf lange Sicht zu testen: Wie verwenden andere Musikschafter das Gerät und bewährt es sich als Zusatzgerät für bestehende Setups? Ist es eher für Menschen eines bestimmten Genres interessant? Ist es nach kurzer Zeit langweilig? Solche spezifischen Fragen können durch Beobachtung, Interviews, etc. beantwortet werden und das Interface kann sich so Stück für Stück weiterentwickeln.

Eine Möglichkeit wäre es, die Weiterentwicklung von „Rhythmusgerät“ mittels einer Crowdfunding Plattform zu finanzieren. Da das Interface in Handarbeit gefertigt ist, bedarf es einer Optimierung der Konstruktion und Elektronik, um den Prototypen in höheren Stückzahlen produzieren zu können. Ein Vergleich mit anderen musikalisch-elektronischen „Kickstarter“-Projekten deutet auf ein Interesse der Community an solchen Produkten hin.

Ein weiterer Ansatz wäre es, die Pläne und Codes von „Rhythmusgerät“ als Open-Source Projekt zu veröffentlichen: Durch einige Anpassungen könnte der Code in sogenannte „Libraries“ umgeschrieben werden, und so für andere Entwickler\*innen gut dokumentiert veröffentlicht werden. Auch Leiterplatten, Baupläne oder Bauteillisten könnten es anderen Designer\*innen ermöglichen, „Rhythmusgerät“ selbstständig zu fertigen, oder Teile davon als Inspiration für eigene Projekte zu verwenden.

## 3.6

## 3.7

## FAZIT

Ich wollte als Kind immer Erfinder werden. Die Kombination aus kreativen Ideen, lösungsorientiertem Denken, moderner Technologie, gestalten, konstruieren und dem Verständnis an meiner Umwelt fasziniert mich. Viele Jahre später studiere ich Interfacedesign in Potsdam. Ich denke, diese Abschlussarbeit spiegelt diese Interessen und meinen daraus resultierenden Studienverlauf wider. In Kombination mit meinem Interesse für Musik kann ich das letzte Projekt meines Bachelors ganz klar ein Herzensprojekt nennen. Es fühlt sich so an, als hätte ich nachhaltig eine Nische im Interfacedesign gefunden, mit der ich mich identifiziere und die mich motiviert und erfüllt.

Es waren vier Monate mit sehr viel Arbeit und Fleiß um meine Vision zu realisieren. Verworfenen Prototypen und Ideen zehrten an meiner Motivation und die für mich ungewohnte Auseinandersetzung mit wissenschaftlicher Literatur war an vielen Stellen anstrengend und zäh. Vor allem hat mir auch Austausch über meine Arbeit gefehlt, da sich wenige Menschen in meinem Umfeld mit diesem sehr speziellen Spannungsfeld zwischen Musikproduktion und Interfacedesign auseinandersetzen. So schwamm ich oft buchstäblich in der „eigenen Suppe“ und fand mich oft selbst in der Rolle des Kritikers, Zuhörers oder Motivators wieder. Zusätzlich fehlte mir auch Zeit. Ich wollte am Ende ein fertiges, funktionales Produkt in den Händen halten. Dieser Anspruch erforderte die Disziplin, die wochenlange Isolation in unserem „Office“ auszuhalten, sich auf die Arbeit zu konzentrieren und vor allem das bunte Treiben meiner WG auszublenden. Doch es hat sich gelohnt: Ich habe mich besonders fachlich, aber auch persönlich spürbar weiterentwickelt. Es fühlt sich so an, als wäre es der richtige Zeitpunkt und das richtige Projekt, um mein Studium abzuschließen. Ich freue mich auf die Zeit danach. Danke FHP für diese aufregende Zeit.

# **ANHANG**

LITERATURVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

EIDESSTATTLICHE

ERKLÄRUNG

IMPRESSUM

# LITERATURVERZEICHNIS

## 4.1

**Daniel A. Walzer (2017).** Independent music production: how individuality, technology and creative entrepreneurship influence contemporary music industry practices, *Creative Industries Journal*, 10:1, 21-39

**Dubé L., Le Bel J. (2003).** The content and structure of lay-people's concept of pleasure.

**Gelineck, S., & Serafin, S. (2009).** From Idea to Realization - Understanding the Compositional Processes of Electronic Musicians. In *Proceedings of the 2009 Audio Mostly Conference*

**Harris, B.** (Jahr unbestimmt) Kommentar im Archiv von Ableton.com [[https://www.ableton.com/de/pages/artists/artist\\_quotes/](https://www.ableton.com/de/pages/artists/artist_quotes/)]

**Lernhelfer (2010).** Rhythmus [<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/musik/artikel/rhythmus>] abgerufen am 12.12.18

**Miranda, E. R., & Wanderley, M. M. (2006).** *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction beyond the Keyboard.* Middleton, Wisc: A-R Editions.

**Music Industry Blog (2017).** Global Recorded Market Music Market Shares 2016 [<https://musicindustryblog.wordpress.com/2017/02/26/global-recorded-market-music-market-shares-2016/>] abgerufen am 12.12.18

**Roads, C. (2004).** *Microsound.* Cambridge, Mass: MIT Press.

**Smith, D. (2012)** Tom Bateman's Today Programme / BBC Radio 4 am 22.11.12

**Techopedia (2018).** Maker Movement [<https://www.techopedia.com/definition/28408/maker-movement>]

**Wikipedia „Musical Instrument Digital Interface“ (2018).** [https://de.wikipedia.org/wiki/Musical\\_Instrument\\_Digital\\_Interface](https://de.wikipedia.org/wiki/Musical_Instrument_Digital_Interface) abgerufen am 12.12.18.

**Wikipedia „Musik“ (2018).** <https://de.wikipedia.org/wiki/Musik> abgerufen am 12.12.18.

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

## 4.2

Alle Fotos ohne Nachweis: © Elias Suske

**1.1 Arduino Uno** (Quelle: [<https://www.elektor.de/arduino-uno-r3>]) S.10

**1.2 Teensy 3.6** (Quelle: [<https://www.pjrc.com/store/teensy36.html>]) S.10

**1.3 Raspberry Pi 3 B+** (Quelle: [[https://www.notebooksbilliger.de/products\\_id/378229](https://www.notebooksbilliger.de/products_id/378229)]) S.10

**2.1 Beispielhafte Darstellung von Audio Wellenformen verschiedener Instrumente** (Quelle: Eigene Darstellung) S.19

**2.2 WDR Studio 1951** (Quelle: <http://120years.net/wdr-electronic-music-studio-germany-1951>) S.20

**2.3 Audiowellenformen Generator** (Quelle: <http://120years.net/wdr-electronic-music-studio-germany-1951>) S.20

**2.4 Niederfrequenz-Puls Generator** (Quelle: <http://120years.net/wdr-electronic-music-studio-germany-1951>) S.20

**2.5 UBM Feedback Verstärker** (Quelle: <http://120years.net/wdr-electronic-music-studio-germany-1951>) S.20

**2.6 Digital Musical Instrument Model** (Quelle: Eigene Darstellung vgl. Miranda & Wanderley, 2006) S.23

**2.7 DJ Techtools MIDI Fighter Twister** (Quelle: [[https://www.thomann.de/de/dj\\_techtools\\_midi\\_fighter\\_twister\\_black.htm](https://www.thomann.de/de/dj_techtools_midi_fighter_twister_black.htm)]) S.26

**2.8 Roli Beatmaker Kit** (Quelle: [[https://www.thomann.de/de/roli\\_beatmaker\\_kit.htm](https://www.thomann.de/de/roli_beatmaker_kit.htm)]) S.26

**2.9 Akai MPK 225** (Quelle: [[https://www.thomann.de/de/akai\\_mpk\\_225.htm](https://www.thomann.de/de/akai_mpk_225.htm)]) S.26

**2.10 DIN 5 Polstecker** (Quelle: [<https://www.music-center.com.pl/product/17018/yamaha-md-bt01-interfejs-bluetooth-do-bezprzewodowych-polaczen-midi-ios.html?uid=0e505c8f1547d46a782bce28fed13ef6>]) S.29

**2.11 Ableton Live 10 Screenshot** (Quelle Displaybild: <https://www.pinterest.de/homeandgarden2694/home-entertainment-electronics-and-computers>) S.30

**2.12 Doepfer Dark Time** (Quelle: [[https://www.thomann.de/de/doepfer\\_dark\\_time\\_red.htm](https://www.thomann.de/de/doepfer_dark_time_red.htm)]) S.30

**2.13 Compositional Lifetime** (Quelle: Eigene Darstellung vgl. Gelineck & Serafin, 2009) S.35

**2.14 Dadamachines** (Quelle: [<https://dadamachines.com>]) S.44

**2.15 Reactable** (Quelle: [[http://avant.mur.at/weixler/studiofo/CMS/invlec4\\_Tangible.html](http://avant.mur.at/weixler/studiofo/CMS/invlec4_Tangible.html)]) S.47

**2.16 Pocket Operator** (Quelle: [<https://www.teenageengineering.com/>]) S.48

# EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Elias Suske, am

4.3

4.4

# IMPRESSUM

## **Fachhochschule Potsdam**

Kiepenheuerallee 5  
14469 Potsdam

## **Text und Gestaltung**

Elias Suske  
elias2@gmx.at

## **Druck und Bindung**

A8 Druck- und Medienservice  
Otto-Suhr-Allee 11  
10585 Berlin

## **Betreuung**

Myriel Milicevic  
Lina Wassong

## **Lektorat**

Susanne Hau-Othman

© Elias Suske, 2019