

# Wie zeichnet man Musik?

Findung passender Visualisierungsmöglichkeiten für musikalische  
Parameter zur Entwicklung eines digitalen Audio-Skizzenbuchs

## Diplomarbeit

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades

**Dipl.-Ing. für technisch-wissenschaftliche Berufe**

im Masterstudiengang Digitale Medientechnologien an der  
Fachhochschule St. Pölten, **Vertiefungsrichtung Audiodesign**

Ausgeführt von:

**Florian Csizmazia, BSc**

dm151504

Betreuer and Erstbegutachter: Christoph Gruber, MA

Zweitbegutachter: Dipl.-Ing. (FH) Matthias Husinsky

St. Pölten, 16.08.2017

# Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- diese Arbeit mit der vom Begutachter/von der Begutachterin beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

# Abstract

Humans are multisensual beings and have always been trying to make music and sound visually graspable. There are several different forms of notation that give instructions on how to play music or are used to develop electronical pieces. Music visualizations are using specific parameters of the audio signal and express them visually. But how does one draw music?

This thesis covers the development of an intuitive new form of musical notation that is to be used to draw sound objects in a fictive musical space. A digital audio sketchbook that uses these illustrations will be developed and shall enable its users to outline their musical ideas. Graphical objects that represent four different forms of excitation (strike, pick, bow and blow) were defined and with these objects a prototype of the digital audio sketchbook was developed and evaluated.

There were three steps that were used to find out, which graphical representations intuitively fit the four forms of excitation. First, a group of people was presented with different sounds and should draw forms freely. In a second step, these findings were grouped and used to define possible answers for a questionnaire. The participants were asked to choose the best form of visualization for each sound. The findings were compared with the graphical forms, that have already been defined beforehand and were then used within a paper prototype. With this prototype, probands reproduced a given musical piece.

The three experiments, that have been carried out, show an unexpected lack of similarities in the graphical forms that the participants chose. There wasn't any graphical representation for the four forms of excitation that reached more than 80 percent of approval. Nevertheless the defined graphical forms were used within the prototype and linked to the four forms of excitation by the users and they were able to reproduce the given musical piece without any problems. All of the participants assessed the prototype positively.

# Kurzfassung

Der Mensch als multisensuelles Wesen strebt seit jeher danach, Musik und Klang visuell erfassbar zu machen. Verschiedene Notationsformen stellen Anweisungen zum Spielen von Musik bereit oder werden verwendet, um elektronische Musik zu entwickeln. Musikvisualisierungen sollen bestimmte Parameter der Audiosignale visuell darstellen. Doch wie zeichnet man Musik?

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Schaffung einer intuitiven Notationsmethode, die zum Zeichnen von Klangobjekten in einem fiktiven musikalischen Raum verwendet wird. Mithilfe dieser Darstellungsform wird ein digitales Audio-Skizzenbuch entwickelt, eine Applikation zum Skizzieren musikalischer Ideen. Dabei wird, neben Parametern wie Tonhöhe, Tonlänge oder zeitlicher Ablauf, auch die Klangfarbe parametrisiert.

In drei Schritten wurde ermittelt, welche Formen zu gegebenen Sounds, die vier Anregungsarten (*strike*, *pick*, *bow* und *blow*) zuzuordnen sind, passen. Dazu wurden erst einer Gruppe von ProbandInnen Klänge vorgespielt, zu denen sie die für sie passenden Formen frei zeichnen sollten. In einem zweiten Schritt wurden die Ergebnisse ausgewertet, gruppiert und als Antwortmöglichkeiten für einen Fragebogen verwendet, in dem die TeilnehmerInnen zu den gleichen Sounds die für sie passende Visualisierung auswählten. Die Ergebnisse wurden mit den im Vorhinein definierten Formen verglichen und es wurde als dritter Schritt ein Paper-Prototyp des digitalen Audio-Skizzenbuchs entwickelt und evaluiert. Mit ihm wurde ermittelt, ob ein vorgegebenes Musikstück, das die vier Anregungsarten beinhaltet, von den ProbandInnen nachgezeichnet werden kann.

Die Ergebnisse der drei durchgeführten Experimente zeigen, dass die von den ProbandInnen ausgewählten Formen unerwartet unterschiedlich sind. Es konnte für keine Anregungsart eine Visualisierungsform gefunden werden, die für mehr als 80 Prozent der Befragten richtig war. Trotzdem wurden die Formen in der Prototyp-Evaluierung problemlos den vier Anregungsarten zugeordnet und zum Nachzeichnen des Musikstückes verwendet. Der Prototyp wurde von allen ProbandInnen positiv bewertet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Digitales Audio-Skizzenbuch . . . . .	3
1.1.1	Definition der Zielgruppe . . . . .	3
1.1.2	Mögliche Szenarien . . . . .	3
1.2	Ziele und Hypothesen . . . . .	5
1.3	Begriffe im Kontext dieser Arbeit . . . . .	6
1.4	Aufbau der Arbeit . . . . .	8
<b>2</b>	<b>State of the Art</b>	<b>9</b>
2.1	Musik notieren und visualisieren . . . . .	9
2.2	Über Musik und Klänge sprechen . . . . .	9
2.3	Anforderungen an die zu entwickelnde Notationsmethode . . . . .	10
2.4	Musikalischer Raum . . . . .	11
2.5	Bestehende Notationsformen . . . . .	13
2.5.1	Klassische Notation . . . . .	13
2.5.2	Grafische Notation . . . . .	15
2.5.3	MIDI-Notation . . . . .	17
2.6	Relevante Forschungsprojekte . . . . .	18
2.7	Bestehende Applikationen . . . . .	20
2.8	Notation im digitalen Audio-Skizzenbuch . . . . .	21
2.8.1	Die vier Anregungsarten . . . . .	22
2.8.2	Die vier Materialien . . . . .	23
2.8.3	Zusammenfassung . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Methoden</b>	<b>26</b>
3.1	Experiment 1: Freies Zeichnen der vier Anregungsarten . . . . .	26
3.1.1	Die verwendeten Sounds . . . . .	26
3.1.2	Ablauf . . . . .	27
3.1.3	Erwartete Ergebnisse . . . . .	29
3.2	Experiment 2: Fragebogen zu den Visualisierungsformen . . . . .	29
3.2.1	Die verwendeten Sounds . . . . .	29
3.2.2	Aufbau des Fragebogens . . . . .	29
3.2.3	Durchführungszeitraum . . . . .	30

3.2.4	Erwartete Ergebnisse . . . . .	30
3.3	Entwicklung und Evaluierung eines Prototyps . . . . .	31
3.3.1	Aufbau des Prototyps . . . . .	32
3.3.2	Setting des Experiments . . . . .	37
3.3.3	Iterativer Verbesserungsprozess . . . . .	41
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>43</b>
4.1	Experiment 1: Freies Zeichnen der vier Anregungsarten . . . . .	43
4.1.1	Auswertung . . . . .	43
4.1.2	Demographische Merkmale der TeilnehmerInnen . . . . .	43
4.1.3	Einzelergebnisse der Sounds . . . . .	44
4.1.4	Auswertung der musikalischen Gruppen . . . . .	51
4.2	Experiment 2: Fragebogen zu den Visualisierungsformen . . . . .	55
4.2.1	Ergebnisse allgemein . . . . .	55
4.2.2	Demographische Merkmale der TeilnehmerInnen . . . . .	56
4.2.3	Einzelergebnisse der Sounds . . . . .	57
4.2.4	Auswertung der musikalischen Gruppen . . . . .	63
4.3	Prototyp . . . . .	63
4.3.1	Proband 0 . . . . .	63
4.3.2	Probandin 1 . . . . .	65
4.3.3	Probandin 2 . . . . .	69
4.3.4	Proband 3 . . . . .	71
4.3.5	Proband 4 . . . . .	73
4.3.6	Probandin 5 . . . . .	76
4.3.7	Proband 6 . . . . .	78
4.3.8	Ergebnisse der ProbandInnen . . . . .	80
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>81</b>
5.1	Experimente 1 und 2 . . . . .	81
5.2	Prototyp . . . . .	88
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>90</b>
<b>Appendices</b>		<b>98</b>
A	Fragebogen Experiment 1 . . . . .	98
B	Fragebogen Experiment 2 . . . . .	102
C	Fragebogen Experiment 3 . . . . .	115

# 1 Einleitung

Die Frage “Wie zeichnet man Musik?” scheint auf den ersten Blick unmöglich oder vielleicht am ehesten mit “gar nicht” zu beantworten. Musik umfasst als Kunstform bereits ein Universum an Möglichkeiten und eine Verbindung mit einer zweiten Kunstform, dem Zeichnen, mag utopisch erscheinen. Trotzdem wird in dieser Arbeit genau das versucht und es ist natürlich nicht das erste Mal, dass diese beiden Kunstformen vereint und die eine als Ergänzung zur anderen eingesetzt wird.

Der Mensch ist ein visuelles Wesen und verarbeitet mehr Sinneseindrücke über das Auge als über jedes andere Sinnesorgan [Ware (2004)]. Es erscheint daher logisch, dass wir seit jeher versuchen, akustische Informationen auch visuell greifbar zu machen und Klänge oder Musik mithilfe von verschiedenen Visualisierungsarten darzustellen.

Im Wesentlichen könnte man drei Ansätze beschreiben, wie diese Verbindung von Musik und Zeichnung oder allgemeiner gesagt, Bild und Ton, bewerkstelligt wird. Diese drei Ansätze unterscheiden sich in der zeitlichen Komponente (Was war zuerst da, Bild oder Ton, Zeichnung oder Musik?) bzw. darin, welcher Teil als Grundlage für den anderen gilt (Was wird woraus generiert?).

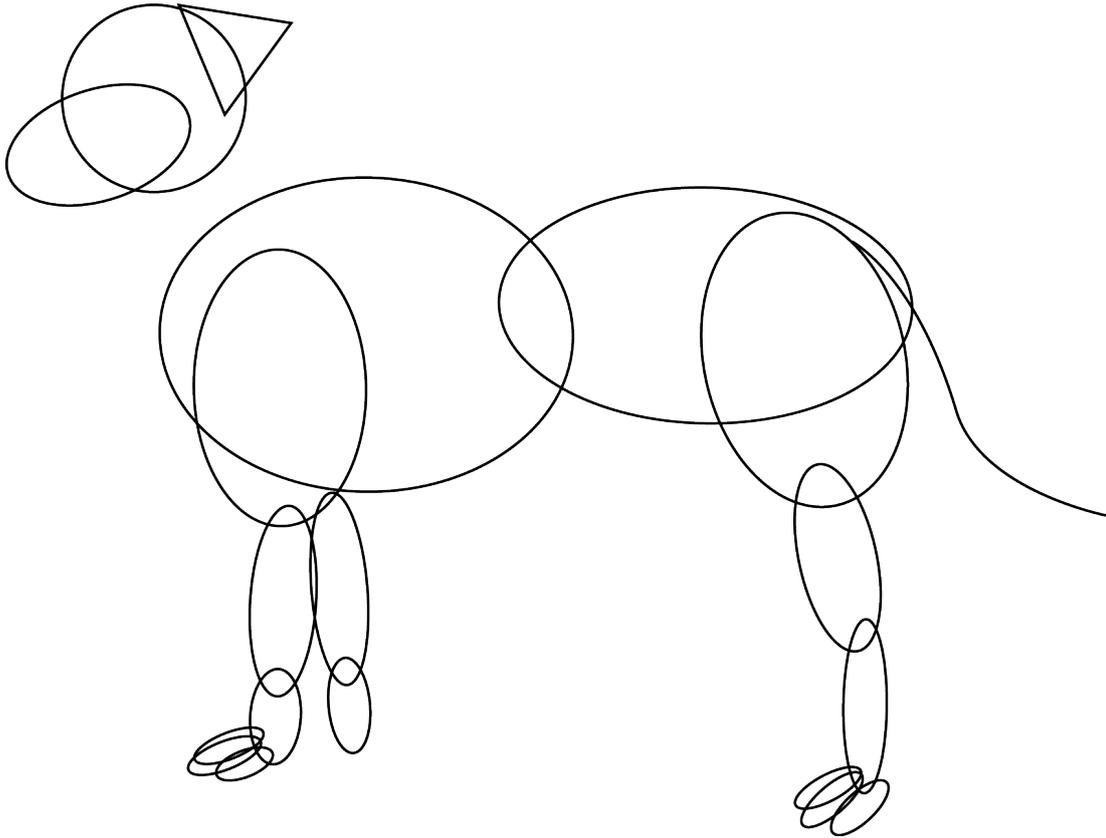
Spricht man allgemein von einer Verbindung von Bild und Ton, so ist die erste Assoziation wohl in den meisten Fällen das *Video* oder *Bewegtbild*. Hier werden zumeist Bilder von einer Kamera eingefangen (Realfilm) oder mithilfe eines Computers generiert (Animation), um diese anschließend mit Ton und Musik auditiv zu unterstützen. In den meisten Fällen soll der Ton dann das widerspiegeln, was im Bild zu sehen ist. Bild und Ton koexistieren, es wird allerdings nicht das eine aus dem anderen generiert.

Ein Ansatz der sogenannten generativen Gestaltung ist die *Musikvisualisierung*. Hier werden aus gegebener Musik Visualisierungen erzeugt. In den meisten Fällen sind das abstrakte Formen, die mit dem Informationsgehalt im Audio selbst wenig zu tun haben. Manche Visualisierungen nehmen Rücksicht auf bestimmte musikalische Parameter wie Tempo, Rhythmik oder Melodie (Tonhöhe), während andere einfach nur gut aussehen sollen. Bei diesem Ansatz existiert zuerst der Ton und gilt als Grundlage für das Bild.

Und dann gibt es den dritten, und im Kontext dieser Arbeit interessantesten, Ansatz: ein Bild als Grundlage für daraus generierten Ton. Dabei sprechen wir nicht davon, dass Ton erzeugt wird, der das Bild bestmöglich umschmeichelt, sondern im Gegenteil rein objektiv das wiedergibt, was im Bild zu sehen ist. Es geht nicht mehr um Bilder mit möglichst viel Informationsgehalt (Abbildungen der Realität), sondern um einfache und abstrakte Formen, und das noch rudimentärer als bei der Musikvisualisierung. Formen,

die einfach zu deuten und eindeutig einer bestimmten Art von Sound zuzuordnen sind.

Nun gibt es zum Großteil noch keine eindeutige Sonifikation für Formen. Wie klingt zum Beispiel ein Kreis? Wie klingt ein Rechteck? Formen sind abstrakt und in ihrer Einfachheit in der Realität nicht zu finden, deshalb kann ihnen auch kein realistischer Sound zugeordnet werden. Würde man hingegen eine (mehr oder weniger) detailgetreue Darstellung eines Hundes basierend auf Grundformen (siehe Abbildung 1.1) erstellen und Personen nach einer Klang-Assoziation befragen, so würden die meisten wohl das Bellen des Hundes, wie sie es aus der Realität kennen, nennen.



*Abbildung 1.1.* Versuch der Darstellung eines Hundes mithilfe von Grundformen (nach einer Vorlage von <http://www.kunstkurs-online.de/>).

In dieser Arbeit soll und kann aber keine generelle Formel für die Sonifikation von Bildern gefunden werden. Es soll stattdessen eine Notationsform entwickelt werden, die es erlaubt, synthetische Klänge darzustellen, und die von einer großen Gruppe an Personen, möglichst unabhängig von Alter und musikalischer Vorbildung, verwendet werden kann.

## 1.1 Digitales Audio-Skizzenbuch

Diese neue Notationsart wird entwickelt, um sie in einem digitalen Audio-Skizzenbuch (in weiterer Folge dieser Arbeit als *DAS* abgekürzt) zu verwenden. Das Skizzenbuch ist eine Idee von Christoph Gruber und soll nach dem Vorbild von visuellen Skizzenbüchern Möglichkeiten schaffen, musikalische Ideen schnell und einfach zu skizzieren.

### 1.1.1 Definition der Zielgruppe

Die Zielgruppe von *DAS* umfasst alle Personen, die Interesse daran haben, musikalische Ideen zu skizzieren. Das sind Personen unabhängig von Alter und Geschlecht, mit oder ohne musikalischer Vorbildung, aber auf jeden Fall mit Interesse an der Schaffung von Musik. Es gehören Personen dazu, die Noten in klassischer oder grafischer Form lesen bzw. schreiben können, aber auch solche, die keine Art der Notation beherrschen. Umso relevanter ist die Findung einer Notationsform, die für all diese Personen gleichermaßen intuitiv oder sehr einfach erlernbar ist.

Einschränkungen der Zielgruppe sind vor allem durch die geplante technische Basis bedingt und sie umfasst daher nur Personen, die ein Tablet (bzw. iPad) bedienen können. Eine besondere Subgruppe sind Personen, die zusätzlich mit Skizzen-Applikationen, wie *Paper* (siehe Abschnitt 2.7) o. Ä., vertraut sind und die mithilfe eines elektronischen Stiftes (wie z. B. einem *Apple Pencil*) auf ihrem Tablet schreiben oder zeichnen.

In der Zielgruppe inbegriffen sind sowohl Personen, die berufliches Interesse an der Skizzierung von musikalischen Ideen haben als auch solche, die das rein privat tun wollen. Es sollen Personen angesprochen werden, welche die Applikation exzessiver nutzen und ihre musikalischen Ideen inklusive kleinster Details ausformulieren wollen, aber auch jene, die schnell und eher oberflächlich ihre Ideen skizzieren.

### 1.1.2 Mögliche Szenarien

Zur Verdeutlichung werden im Folgenden fünf mögliche Szenarien beschrieben, in denen die Applikation angewandt werden kann.

#### Szenario 1 – Pitch einer Werbeagentur

Eine Werbeagentur bereitet einen Pitch (Präsentation) für das Gesamt-Konzept einer *Corporate Identity*<sup>1</sup> für eine große Baumarktkette vor. Dazu gehören auch ein Soundlogo und dessen Einsatz innerhalb einer Reihe von Fernsehspots. Der/die SounddesignerIn der Agentur verwendet *DAS* nicht nur um die musikalischen Ideen zu skizzieren und gleich mit möglichen Sounds auszuprobieren, sondern auch für die Präsentation. So hat

---

<sup>1</sup>Der Begriff *Corporate Identity* umfasst das Erscheinungsbild eines Unternehmens in der Öffentlichkeit. Neben Logo und Farbschema gehören dazu im digitalen Zeitalter beispielsweise auch Fernsehspots oder der Webaufttritt.

er/sie die Möglichkeit, im Gespräch mit den KundInnen schnell und einfach eventuelle Anpassungen vorzunehmen.

### **Szenario 2 – Vertonung einer Videoinstallation**

Für ein Museum wird eine Videoinstallation produziert, die auch akustisch unterstützt werden soll. Ein/e AudiodesignerIn sieht sich die Installation an und skizziert mithilfe von *DAS* vor Ort seine/ihre musikalischen Ideen auf dem iPad. Er/Sie bekommt direkt akustisches Feedback, ohne das Stück fertig auskomponieren zu müssen und kann Rücksprache mit den anderen beteiligten Personen halten und Anpassungen vornehmen.

### **Szenario 3 – Verwendung zu Übungszwecken für KomponistInnen**

*DAS* kann von KomponistInnen eingesetzt werden, um Arrangements mit verschiedenen Instrumenten und entsprechenden Klangfarben zu testen, ohne dabei auf die Art der Instrumente beschränkt zu werden. Es geht nicht darum, dass eine Flöte, ein Cello, eine Pauke und eine Marimba verwendet werden, sondern es kann im Gegenteil eine musikalische Idee skizziert und so herausgefunden werden, welche Instrumente notwendig sind, wenn die Komposition schlussendlich von einem Orchester gespielt wird. So wird ein spielerischer Ansatz zur Findung von Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Klangfarben unterstützt.

### **Szenario 4 – Als Zeitvertreib für alle**

Aufgrund der Möglichkeit, schnell und spielerisch interessante Klangwelten erschaffen zu können, ist *DAS* auch für Personen relevant, die kein professionelles Interesse an Musik haben. Die Applikation kann ein Zeitvertreib sein, die NutzerInnen können sich visuell und auditiv kreativ ausleben und ihre musikalischen Ideen mit anderen Personen teilen.

### **Szenario 5 – Zur Entwicklung musikalischer Meisterwerke**

BenutzerInnen, die *DAS* oft und intensiv verwenden, sollen die Möglichkeit haben, mithilfe der Applikation auch ganze Musikstücke detailreich auszuarbeiten. Neben der schnellen Skizzierung von musikalischen Ideen soll auch dieses Auskomponieren möglich sein, um musikalische Meisterwerke zu produzieren. Auch bei "normalen" Skizzenbuchapplikationen ist das möglich. Während beispielsweise *Paper* (siehe auch 2.7) als Applikation zum schnellen Skizzieren grafischer Ideen verwendet werden kann, gibt es auch NutzerInnen, die damit detailreiche oder gar fotorealistische Werke ausarbeiten. Ähnliches soll auf einer akustischen Ebene mit der Endversion von *DAS* möglich sein. Der in dieser Arbeit entwickelte Prototyp erlaubt eine solche Anwendung noch nicht.

## 1.2 Ziele und Hypothesen

Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Findung einer intuitiven neuen grafischen Notationsform zur Verwendung in einem digitalen Audio-Skizzenbuch. Dabei sollen mithilfe der Notation Klänge so dargestellt werden, dass sie auch direkt synthetisiert werden können. Die verwendeten Symbole oder Formen müssen also an sich aussagekräftig genug sein, um Klängen zugeordnet werden zu können. Die zentrale Hypothese dabei ist:

*Menschen mit unterschiedlichen musikalischen Kenntnissen und Fähigkeiten visualisieren bestimmte Klänge (z. B. eine von einem Instrument gespielte Melodie oder Rhythmik) gleich oder ähnlich.*

Die daraus entstehende Frage wäre im Umkehrschluss: Wie müssen bestimmte Klänge visualisiert bzw. gezeichnet werden, damit Menschen mit unterschiedlichen musikalischen Kenntnissen und Fähigkeiten genau diese Klänge mit ihrer Visualisierung assoziieren?

Zur Evaluierung dieser Hypothese werden zwei aufeinander aufbauende Experimente durchgeführt. In Experiment 1 werden ProbandInnen dazu aufgefordert, zu gegebenen kurzen Sounds, Formen zu zeichnen, die für sie intuitiv sinnvoll erscheinen. Mithilfe der Ergebnisse aus diesem ersten Schritt werden für dieselben Sounds jeweils drei Antwortmöglichkeiten definiert, aus denen die TeilnehmerInnen einer Befragung auswählen können. So können definierten Soundgruppen Formen zugeordnet werden. Mithilfe der Experimente soll auch festgestellt werden, ob die Gruppe an ProbandInnen mit unterschiedlichen musikalischen Vorkenntnissen und Fähigkeiten sich für ähnliche oder gleiche Formen entscheidet.

Im Zuge der Überlegungen zu *DAS* wird außerdem eine weitere Hypothese aufgestellt:

*Mit nur wenigen visuellen Veränderungen können die notwendigen musikalischen Parameter dargestellt werden, um ganze Musikstücke mit mehreren Klangfarben zeichnen zu können.*

Zur Evaluierung der zweiten Hypothese dient der Prototyp von *DAS*, der auf Papier entwickelt wird (siehe Abschnitt 3.3). Mit ihm soll herausgefunden werden, ob die Formen für die Klänge, wie sie aus Experiment 1 und 2 hervorgehen und die Darstellung weiterer Parameter sinnvoll sind. Der Prototyp soll beweisen, dass Personen mit unterschiedlichen musikalischen Fähigkeiten in der Lage sind, ein vorgegebenes einfaches Musikstück mit den gegebenen Mitteln nachzuzeichnen. Das Musikstück enthält Klangobjekte verschiedener Klangqualitäten.

Schlussendlich soll herausgefunden werden, ob die Ideen, die zum digitalen Audio-Skizzenbuch entwickelt werden, für die Hauptzahl der für die Zielgruppe relevanten Personen sinnvoll sind und ob das Grundkonzept von *DAS* funktioniert. Mithilfe der

Ergebnisse aus dieser Arbeit soll *DAS* mit höchstmöglicher Nutzbarkeit weiter entwickelt werden.

### 1.3 Begriffe im Kontext dieser Arbeit

In dieser Arbeit werden musikalische, technische, mathematische und künstlerische Begriffe verwendet. Der Autor ist allerdings kein ausgebildeter Musiker und noch weniger bildnerischer Künstler, weshalb es ihm verziehen sei, wenn diese Begriffe zwar zum Großteil korrekt, aber vielleicht manchmal unorthodox verwendet werden. Zur besseren Verständlichkeit und zur Vermeidung von Missverständnissen werden im Folgenden Begriffe und ihre Bedeutung im Kontext dieser Arbeit erklärt.

#### **Anregungsart**

Die Begriffe *Anregungsart* oder *Anschlagsart* bezeichnen die Art und Weise, wie ein Klang erzeugt wird. In dieser Arbeit werden die vier Anregungsarten *Strike*, *Pick*, *Bow* und *Blow* unterschieden. Es geht dabei nicht darum, wie etwas physikalisch korrekt passiert, sondern wie es klingt. Würde beispielsweise ein Ton durch Schlagen auf eine Saite erzeugt, der Klang aber subjektiv eher einem Zupfen entsprechen, so würde dieser Klang auch der Anregungsart *Pick* zugeordnet werden.

#### **DAS – Digitales Audio-Skizzenbuch**

*DAS* steht, sofern es in Großbuchstaben und kursiv geschrieben ist, in dieser Arbeit nicht für den deutschen sächlichen Artikel, sondern ist die Abkürzung für das digitale Audio-Skizzenbuch, von dem diese Arbeit handelt.

#### **DAW – Digital Audio Workstation**

Eine Digital Audio Workstation, kurz als *DAW* bezeichnet, ist ein digitales System, mit dem Audiosignale aufgenommen, synthetisiert, bearbeitet und ausgegeben werden können. Heutzutage und im Kontext dieser Arbeit wird *DAW* als Synonym für Audibearbeitungs-Software wie z. B. *Logic Pro X*, *Avid Pro Tools*, u. Ä. verwendet.

#### **(Grund-)Formen**

Die Mathematik, genauer die Geometrie, beschreibt allgemein für den zweidimensionalen Raum vier Grundformen: Rechteck, Quadrat, Dreieck und Kreis. Der Begriff Grundformen wird in dieser Arbeit aber noch etwas ausgedehnt und es werden ebenfalls Linien dazu gezählt. Eine Grundform kann also zum Beispiel auch eine Wellenlinie, eine gezackte Linie, o. Ä. sein. Für den Prototyp von *DAS*, der in dieser Arbeit entwickelt wird, sind nur Formen im zweidimensionalen Raum (keine Körper im dreidimensionalen Raum) relevant.

### Klangobjekt

Zur besseren Visualisierung werden Klänge in dieser Arbeit nicht in ihrer physikalisch korrekten Form (Longitudinalwellen, die sich im Raum ausbreiten [Farnell (2010)]), sondern in einer abstrakten Form als Klangobjekt betrachtet. Ein Klangobjekt kann eine beliebige zeitliche Länge haben, ist aber in den meisten Fällen durch einen kurzen Impuls (durch eine der vier Anregungsarten angeregt) und seine anschließende Abklingphase (wie bei *Strike* und *Pick*) oder durch die durchgehende Anregung (wie bei *Bow* und *Blow*) definiert.

Klangobjekte im Sinne ihrer visuellen Darstellung sind immer verbunden, d. h. sie können z. B. wie beschrieben aus einem Ton, aber auch aus beliebig vielen *legato* (siehe nächster Abschnitt) gespielten Tönen bestehen. Es ist sinnvoll, Klänge zu objektisieren, um sie im musikalischen Raum (siehe Abschnitt 2.4) positionieren zu können.

### Legato und non-legato

*Legato* ist eine Anweisung in der Musik, dass mehrere aufeinander folgende Töne ohne Unterbrechung gespielt, also verbunden werden sollen. In der klassischen Notenschrift wird das durch eine Verbindung der Noten mithilfe eines Bogens dargestellt (siehe Abbildung 1.2).

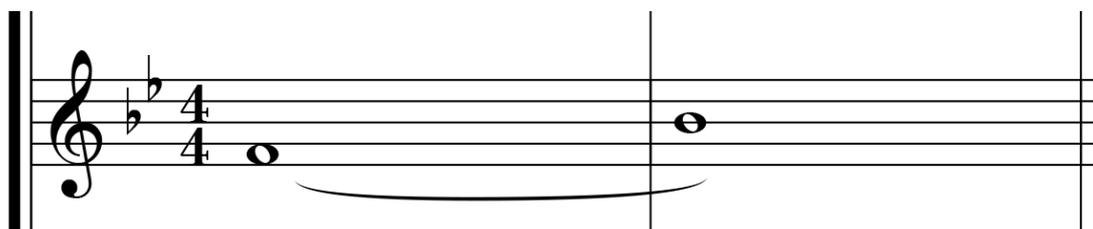


Abbildung 1.2. Die Anweisung zum Verbinden zweier Töne mit einem *legato* in der klassischen Notation.

Als *non-legato* wird in dieser Arbeit alles bezeichnet, was keinem *legato* entspricht. Werden also Töne nicht miteinander verbunden, so werden sie *non-legato* gespielt. Für diese Arbeit ist die Unterscheidung essenziell, da *legato* gespielte Tonfolgen, wie oben beschrieben, visuell miteinander verbunden und somit als *ein* Klangobjekt angesehen werden.

### Musikalische Parameter

Als musikalische oder klangliche Parameter (hier gleichbedeutend) werden all jene Parameter bezeichnet, die zur Definition eines Klanges beitragen. Dazu gehört in erster Linie und für diese Arbeit am wichtigsten, die Klangfarbe. Parameter wie die Tonhöhe oder die zeitliche Position werden meist über die Positionierung auf zwei Achsen definiert (oben und unten bzw. links und rechts). Im musikalischen Raum ist auch eine

dritte Achse relevant, welche die musikalischen Parameter Lautstärke und Halligkeit abbildet.

### **Ton versus Klang**

Es wird auffallen, dass in den meisten Fällen von *Klängen* oder gleichbedeutend *Sounds* gesprochen wird. Ein Ton hat im Gegensatz zu einem Klang immer eine bestimmte Tonhöhe. Ein Klang kann hingegen auch eine unbestimmte Tonhöhe haben. Alle Töne sind also Klänge, aber nicht alle Klänge müssen auch Töne sein.

## **1.4 Aufbau der Arbeit**

In Kapitel 2 werden bestehende Notations- und Visualisierungsformen für Musik beschrieben ihre Eignung hinsichtlich eines Einsatzes in *DAS* diskutiert. Zusätzlich werden bereits durchgeführte Forschungen zur Visualisierung weiterer klanglicher Parameter aufgezeigt und bestehende Applikationen im Bereich des Zeichnens von Musik und Klängen vorgestellt. Zum Schluss wird die besprochene Notationsform entwickelt, die in *DAS* verwendet werden soll.

Anschließend werden in Kapitel 3 die verwendeten Methoden erklärt und ihre Durchführung beschrieben. Dazu gehören Experiment 1, in dem durch freies Zeichnen verschiedene Darstellungen für die erarbeitete Notationsform gefunden werden sollen. Diese werden in Experiment 2 mithilfe eines Fragebogens evaluiert und geeignete Darstellungen für die Verwendung in einem Prototyp von *DAS* ausgewählt. Dieser Prototyp stellt Experiment 3 dar und wird als Paper-Prototyp umgesetzt und anschließend evaluiert.

Die Ergebnisse der drei Experimente werden in Kapitel 4 beschrieben und anschließend in Kapitel 5 diskutiert. In Kapitel 6 wird ein Fazit gezogen und es werden weitere Schritte besprochen.

## 2 State of the Art

In diesem Kapitel wird ein Überblick über aktuelle Formen der Musiknotation bzw. der Visualisierung von Musik gegeben. Dabei werden verschiedene Notationsmethoden untersucht und ihre Eignung für den Einsatz in *DAS* diskutiert. Weiters werden die Idee des musikalischen Raums und die Gründe für dessen Verwendung besprochen. Ein Überblick über relevante Forschungsprojekte und bestehende Applikationen wird ebenfalls gegeben. Zum Schluss wird die für *DAS* entwickelte Notationsform beschrieben.

### 2.1 Musik notieren und visualisieren

Es gibt viele verschiedene Arten, Musik oder Audio im Allgemeinen zu notieren. All diese Notationsformen haben gemeinsam, dass sie das, was man als Mensch nur hören kann, auch in einer weiteren Form erfassbar, nämlich sichtbar machen sollen. Ziel der Notation von Musik ist es, diese zu konservieren und reproduzierbar zu machen, sie aber auch zu vervielfältigen und zu verbreiten.

Bei der Visualisierung bestehender musikalischer Stücke wird versucht, bestimmte Parameter zu analysieren. Oft sollen durch die Darstellung der Parameter Zusammenhänge herausgearbeitet werden, die es den Betrachtenden ermöglichen, das Musikstück besser zu verstehen. Es gibt aber auch viele Musikvisualisierungen, die zwar musikalische Parameter analysieren und darstellen, deren Erscheinungsbild aber hauptsächlich ästhetisch sein soll.

### 2.2 Über Musik und Klänge sprechen

Wird darüber nachgedacht, wie man Musik oder Klänge bestmöglich verbildlichen kann, so darf ein wichtiger Zwischenschritt nicht vergessen werden. In den meisten Fällen ist es nämlich notwendig, bestimmte Charakteristika von dem, was wir hören, auch beschreiben zu können, bevor diese Beschreibung dann in etwas Bildliches umgesetzt werden kann.

Über Bilder zu sprechen ist oft wesentlich einfacher, als über etwas zu sprechen, was man nicht sehen, sondern “nur” hören kann. Über Farben und Formen beispielsweise sind sich die meisten Menschen einig. Die Blätter eines Baumes sind grün, wenn sie gesund sind und Chlorophyll enthalten und der Reifen eines Autos ist rund. Wie aber ist der Klang zu beschreiben, wenn der Wind durch die Blätter weht oder der Autoreifen

über die Straße rollt? In den meisten Fällen werden Vergleiche gezogen, um Klänge zu beschreiben; etwas klingt wie etwas anderes, das man sich besser vorstellen kann. Oder: die Blätter im Wind klingen eben wie Blätter im Wind.

Um diesen Klang allerdings zu visualisieren reicht diese Beschreibung nicht aus. Der Musikpädagoge Michael Rogers schreibt: “Das Ziel der Beschreibung ist das Sammeln von Informationen.” [Rogers (2004)]. Wird ein Klang möglichst genau und in seinen Einzelheiten beschrieben, so können Informationen über ihn gesammelt werden, die für seine Verbildlichung nötig sind. Die Beschreibung von Klängen ist schwierig, aber trotzdem notwendig, um sie grafisch darstellen zu können.

### **2.3 Anforderungen an die zu entwickelnde Notationsmethode**

Um eine geeignete Notationsmethode für das digitale Audio-Skizzenbuch zu finden, müssen erst die Anforderungen definiert werden, die diese Applikation an die Notation stellt.

#### **System und Anwendungsort**

*DAS* wird als mobile Applikation entwickelt. Eine Anwendung ist vor allem auf Tablets sinnvoll, die mit ihren, im Vergleich zu Smartphones, großen Displays, ausreichend Raum zur visuellen Darstellung der akustischen Skizzen bieten. Das Gerät ist mobil und ermöglicht die Verwendung der Applikation im Raum aber auch unterwegs. So können musikalische Ideen direkt bei ihrer Entstehung und nicht erst bei Verfügbarkeit eines PCs skizziert werden.

Es muss also möglich sein, die Symbole der zu entwickelnden Notationsform auf einem Tablet einzugeben (zu zeichnen). Gleichzeitig bietet das Tablet im Vergleich zu einem Stück Papier viele Möglichkeiten, wie beispielsweise die Anpassung bereits gezeichneter Objekte im Nachhinein oder die unendliche Erweiterbarkeit der Zeichenfläche.

#### **Anpassung von Parametern nach dem Zeichnen**

Die gezeichneten Symbole bzw. Formen in einer Skizze (Komposition), sollen bearbeitbar bleiben. Es muss möglich sein, bestimmte Parameter auch nach dem Zeichnen zu verändern, um zu verhindern, dass die Klangobjekte entfernt und neu gezeichnet werden müssen. Ein Parameter ist zum Beispiel die Positionierung der Objekte auf der Zeichenfläche (respektive im musikalischen Raum, siehe nächster Abschnitt). Die BenutzerInnen sollen die Möglichkeit haben, bereits gezeichnete Klangobjekte auf der Zeichenfläche zu verschieben.

### **Generierung synthetischer Sounds und unmittelbares akustisches Feedback**

In *DAS* sollen Klänge durch das Zeichnen nicht nur notiert sondern auch direkt generiert werden. Dabei sollen aber keine Instrumente ausgewählt bzw. angegeben werden müssen, denen die gezeichneten Klangobjekte zugeordnet werden. Die Klangobjekte selbst sollen ihre Klangfarbe und damit ihre Instrumentenart bestimmen. Es müssen in der entwickelten Notationsform also Symbole bzw. Formen gefunden werden, die den Parameter der Klangfarbe abbilden.

Die Klangobjekte sollen dann, je nach gezeichneter Form, vom System direkt synthetisiert und auf Wunsch ausgegeben werden. So können die NutzerInnen sie zu jedem Zeitpunkt nach dem Zeichnen anhören und direkt Veränderungen vornehmen. Ein Einsatz der Applikation auf einem Tablet ist dahingehend sinnvoll, da das Gerät eine zum Zeichnen intuitive Eingabemöglichkeit (mit dem Finger oder einem Stift), mit seiner Rechenleistung die Synthetisierung der gezeichneten Objekte, und auch eine direkte Ausgabe, bspw. über angeschlossene Kopfhörer, ermöglicht.

## **2.4 Musikalischer Raum**

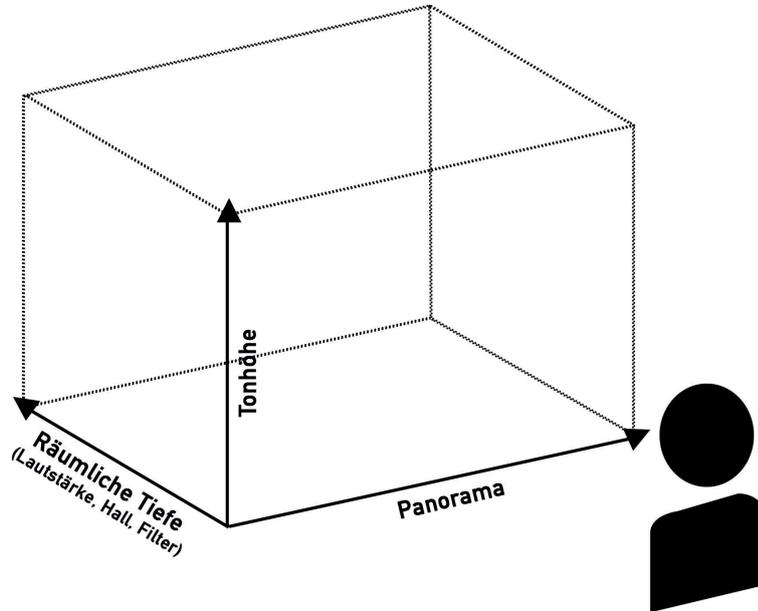
Bei der Entwicklung von *DAS* wird ein musikalischer Raum verwendet, in dem Klangobjekte dreidimensional (räumlich) platziert werden. Er erlaubt eine Gesamtsicht auf ein Musikstück als “Erlebnisan Ganzes” [Rora (2004)]. In Albert Welleks Theorie des musikalischen Raums wird Musik in ihrer Gesamtheit als ein räumliches Gebilde beschrieben, das durch die HörerInnen gleichermaßen wie durch die KomponistInnen entsteht.

Diese Idee erfordert von demjenigen, der sich mit einem Musikstück beschäftigt (das kann ein/e KomponistIn, ein/e InterpretIn oder ein/e HörerIn sein), es sich räumlich zu vergegenwärtigen. Ein musikalischer Raum kann nur dann sinnvoll sein, wenn Teile der Musik mit konkreten räumlichen Objekten in Verbindung gesetzt und so visualisiert werden. Das stellt eine weitere Anforderung an die zu entwickelnde Notationsmethode dar.

Für diese Arbeit ist die Idee des musikalischen Raumes von Christoph Gruber am relevantesten. Es wird dabei so vorgegangen: musikalische Objekte werden in einem dreidimensionalen Raum ihrem psychologisch “richtigen” Platz zugeordnet. Das heißt, dass beispielsweise hohe Klänge weiter oben und tiefe Klänge weiter unten angeordnet werden. Vorne und hinten werden grundsätzlich mit laut und leise verbunden, wobei dabei zusätzlich die räumliche Komponente des Halls relevant wird (weiter hinten = mehr Hall, weiter vorne = weniger Hall).

Links und rechts stehen grundsätzlich und im Sinne des Gesamtwerkes mit dem Stereo-Panorama in Verbindung, wobei Gruber das Hörfeld mit dem Sehfeld des Menschen gleichsetzt. Der musikalische Raum befindet sich also nicht rund um die Betrachtenden/Hörenden, sondern vor ihnen (wie in Abbildung 2.1 dargestellt). Am Einfach-

ten stellt man sich den musikalischen Raum wie eine Bühne vor, die vor den ZuhörerInnen positioniert ist. Eine genaue Beschreibung der Idee eines musikalischen Raumes von Christoph Gruber findet sich in einer Interview-Transkription in [Ehrentraud (2013)].



*Abbildung 2.1.* Der musikalische Raum, der sich vor den Zuhörenden/Betrachtenden befindet und aus den drei Dimensionen Panorama (links-rechts), Tonhöhe (oben-unten) und räumlicher Tiefe (definiert durch die Lautstärke, Halligkeit bzw. Filterung, vorne-hinten) besteht.

Im Sinne eines Musikstückes als Abfolge verschiedener Töne (bzw. Klangobjekte) wird links und rechts allerdings mit der zeitlichen Komponente in Verbindung gebracht. Wie bei den meisten Notationsformen (klassische Notation, die meisten grafischen Notationsformen und auch MIDI-Notation), werden links dabei die Klangobjekte platziert, die zeitlich früher gespielt werden sollen und rechts jene, die im zeitlichen Ablauf später gespielt werden.

In *DAS* müssen diese beiden unterschiedlichen Anwendungen von links und rechts bedacht und unterschiedlich verfügbar gemacht werden können. Während auf der Zeichenfläche grundsätzlich der zeitliche Ablauf auf der x-Achse (horizontal) dargestellt wird, soll ein weiterer Modus ein Abbild der aktuellen Abspielposition bzw. des gesamten Musikstückes mit der Verteilung der Klangobjekte im Stereopanorama ermöglichen.

### **Vorteile der Visualisierung in einem musikalischen Raum**

Die Vorteile der Vorstellung eines musikalischen Raumes bei der Entwicklung bzw. Komposition eines Musikstückes liegen laut Gruber vor allem darin, dass der Mix verschiedener Klänge und ihrer unterschiedlichen Klangcharakteristika und Tonhöhen vereinfacht wird. Durch die Positionierung von Klangobjekten im Raum links oder rechts, oben oder unten und hinten oder vorne lassen sich leicht Überlagerungen und LÖcher erkennen. So wird den KomponistInnen und anderen Personen, die am Musikstück und dessen Mix arbeiten, das Gesamtwerk visuell verdeutlicht. Probleme, die auf akustischer Ebene möglicherweise nicht so einfach zu identifizieren sind, können auf visueller Ebene leicht erkennbar gemacht werden. Würden sich zum Beispiel zwei Klängen aufgrund ihrer Tonhöhen (oder bspw. ihrer Anteile an hohen Frequenzen) spektral überlappen, so würde das, was vielleicht davor nur nicht ideal geklungen hat, visuell eindeutig identifizierbar gemacht.

## **2.5 Bestehende Notationsformen**

Im Folgenden werden die drei Notationsformen klassische Notation, grafische Notation und MIDI-Notation besprochen und im Hinblick auf die definierten Anforderungen an die für *DAS* zu entwickelnde Notationform untersucht.

### **2.5.1 Klassische Notation**

Unter klassischer Notation ist jene Notationsform zu verstehen, die seit mehreren Jahrhunderten als Standard bei der schriftlichen Darstellung von Musik gilt. Diese Notation ist aus dem Wunsch der Menschheit entstanden, Musik und ihre Melodien über die Lebzeiten der Erschaffenden hinaus zu bewahren und weiterzugeben. Die klassische Notation hat sich im Laufe der Zeit stetig weiterentwickelt [Wolf (1913)].

In der heute gängigen klassischen Notenschrift werden Töne in einem festgelegten Raster (fünf Notenlinien) mithilfe definierter Symbole eingezeichnet. Die verwendete Symbolik hat sich im Laufe der Entwicklung klassischer Notationsformen auch nur geringfügig verändert. Linien und Kreise werden zur Darstellung der Noten verwendet. Diese Symbole werden durch kleinere Anpassungen der Form (z. B. offener Kreis mit Linie für einen Halbton, geschlossener Kreis mit Linie für einen Viertelton) parametrisiert. Farben spielen in der klassischen Notation keine Rolle [Wolf (1913)], werden aber zum Beispiel in der grafischen Notation als Möglichkeit zur Darstellung weiterer Parameter von Klängen verwendet (siehe Abschnitt 2.5.2).

Die Notenlinien geben die Tonhöhe an, bestimmte Notenschlüssel (Violinschlüssel, Bassschlüssel, etc.) weisen auf einen Referenzton hin. Die Notenlinien stellen, im Gegensatz zur Piano-Rolle, nicht alle Töne inklusive Halbtönen, sondern nur die Ganztöne dar. Die Kennzeichnung von Halbtönen erfolgt mit zwei weiteren Symbolen, dem Kreuz

(♯) und dem b (b).

Viele weitere Symbole und schriftliche Anweisungen geben den LeserInnen bzw. den InterpretInnen zusätzliche Informationen über die dargestellte Musik. Dabei kommen textliche (wie zum Beispiel Angaben zur Lautstärke/Intensität) und symbolische Anweisungen (z. B. die Angabe von Pausen, oder die Verbindung mehrere Töne als *legato*) gleichermaßen zum Einsatz.

Die klassische Notation ist auch im digitalen Kontext relevant geblieben. Es gibt einige Computerprogramme, welche die Möglichkeit bieten, klassisch zu notieren. Ein Beispiel für ein solches Programm ist *MuseScore*<sup>1</sup>. Im Hintergrund kommt dabei das MIDI-Protokoll zum Einsatz [MuseScore (2017)]. Klassisch notierte und visualisierte Stücke werden also vom Programm in MIDI übersetzt und können dadurch nach Zuordnung eines Software-Instrumentes auch abgespielt werden. Auch viele *DAWs*, wie zum Beispiel *Logic Pro*, bieten die Möglichkeit, mithilfe von MIDI erstellte Stücke auch klassisch notiert darzustellen und in dieser Ansicht zu bearbeiten.

Abbildung 2.2 zeigt das von Ludwig van Beethoven komponierte Klavierstück *Für Elise* klassisch notiert. Zu sehen sind dabei verschiedene Symbole zur Darstellung der Noten, Vorzeichen und Anweisungen für die InterpretInnen. *Poco moto* steht für “ein bisschen bewegt”, *pp* weist die InterpretInnen an, das Stück *pianissimo*, also sehr leise, zu spielen.

**Für Elise**

L.v. Beethoven

The image shows a snippet of the musical score for 'Für Elise'. It features a treble clef and a 3/8 time signature. The music starts with a treble clef and a 3/8 time signature. The first staff is the treble clef, and the second staff is the bass clef. The tempo marking 'Poco moto' is written above the first staff, and the dynamic marking 'pp' is written below the first staff. The score includes various notes, rests, and pedal markings ('Ped.' and '\* Ped.').

Abbildung 2.2. *Für Elise* für Klavier von Ludwig van Beethoven in klassischer Notation (Quelle: <http://www.klavier-noten.com>).

Schon beim hier gegebenen, zugegeben kurzen, Einblick in die Grammatik der klassischen Notation zeigt sich deren Komplexität. Zum Schreiben und zur Interpretation klassisch notierter Stücke ist ein hoher Lernaufwand erforderlich. Die klassische Notation ist die gebräuchlichste Methode, um Musik zu verschriftlichen, trotzdem sind die meisten Menschen (v. a. Nicht-Musiker) nicht fähig, sich beim Ansehen eines Notenblatts vorstellen zu können, wie das beschriebene Stück klingt [Smith and Williams (1997)].

<sup>1</sup><https://musescore.org/de>

Diese Komplexität macht die klassische Notation für einen Einsatz in einem digitalen Audio-Skizzenbuch ungeeignet. Auch die fehlende Möglichkeit zur Darstellung der Klangfarbe in der klassischen Notation entspricht nicht den Anforderungen an die für *DAS* zu entwickelnde Notationsform. Trotzdem finden sich in der klassischen Notation Darstellungsformen, die auch für *DAS* relevant sind.

Die Darstellung des zeitlichen Verlaufs links und rechts (entspricht der Leserichtung in der westlichen Kultur) ist seit Anbeginn der musikalischen Notation Standard [Wolf (1913)]. Und während in altertümlichen Notationsformen (vor allem bei Buchstaben-Notationen) noch keine visuellen Unterschiede in der Höhe der geschriebenen Noten gemacht wurden, ist die Darstellung höherer Töne weiter oben und tieferer Töne weiter unten, spätestens seit der lateinischen Neumenschrift und der Einführung der Notenlinien (ca. 9. Jhdt.), gängig. In [Salgado-Montejo et al. (2016)] wird bewiesen, dass diese Darstellung auch intuitiv ist.

### 2.5.2 Grafische Notation

Bei der grafischen Notation, die sich im frühen 20. Jahrhundert, v. a. in der Avantgarde-Musik entwickelte und mit Namen wie John Cage oder Karlheinz Stockhausen in Verbindung gebracht wird, werden im Gegensatz zur klassischen Notation verschiedene neue grafische Formen eingesetzt, die selten einer vorgegebenen Grammatik folgen [Weekes (2015)]. Die graphische Notation hat somit nicht so starke Einschränkungen wie die klassische Notation, wo, wie oben beschrieben, viele Dimensionen musikalischer Bedeutung nicht abgebildet werden können [Barrett (2005)].

Vor allem für Rhythmik, Klangfarbe oder besondere Arten, ein Instrument zu spielen (wie zum Beispiel das Klappengeräusch bei einer Querflöte ohne gleichzeitiges Anblasen der Kante) werden in der grafischen Notation Darstellungen gefunden, welche die klassische Notation nicht bietet.

Dabei kommen zum Teil auch Symbole oder Bilder vor, die stark von den in der klassischen Notation verwendeten Zeichen abweichen, wie zum Beispiel Cartoons, Fotos, geometrische Formen oder Textanweisungen [Barrett (2005)]. In vielen Fällen ist eine Erklärung der vorkommenden Zeichen mithilfe einer Legende notwendig und die Interpretation grafisch notierter Werke erfordert von den MusikerInnen zusätzlichen Lernaufwand. Abbildung 2.3 zeigt eine Erklärung der in der Notation verwendeten Zeichen grafisch notierter Etüden für Querflöte aus dem Jahr 1996.

John Cage sammelte in seinem Werk *Notations* grafisch notierte Werke verschiedener KomponistInnen und zeigt hier die Unterschiede und die Individualität der einzelnen Stücke [Cage (1969)]. *Notations21* ist ein Buch aus dem 21. Jahrhundert, das weitere grafisch notierte Werke zeigt [Sauer (2009)]. Ein weiteres Beispiel ist die von Rainer Wehinger notierte Partitur zu György Ligetis Stück *Artikulation*, die, obwohl sie nur aus kolorierten Grundformen besteht, scheinbar perfekt die im experimentellen Stück

Haltung der Flöte: Angle of the flute:		△	Einatmen durch die Flöte inhale through the flute
U 1) normal normal			
∪ 2) Flöte nach außen gedreht flute turned outwards		▲	Einatmen durch die Flöte (zeigt auch Griff an) inhale through the flute (also indicates fingering)
∩ 3) Flöte nach innen gedreht flute turned inwards			
Mundloch: embouchure hole:		▽	Ausatmen durch die Flöte exhale through the flute
┌ 1) frei uncovered			
◻ 2) durch Lippen bedeckt (aktive Mundhöhle!) covered by lips (mouth cavity active!)		▼	Ausatmen durch die Flöte (zeigt auch Griff an) exhale through the flute (also indicates fingering)
● 3) von Zunge/Lippen blockiert blocked by tongue/ lips			
→ allmähliche Veränderung gradually change			
port. Portamento portamento			

Abbildung 2.3. Ausschnitt aus der Erklärung grafisch notierter Etüden für Querflöte [Offermans (1992)].

vorkommenden Klänge repräsentiert. Ein Video<sup>2</sup> zeigt die Partitur im zeitlichen Verlauf des Stückes. In Abbildung 2.4 ist ein Ausschnitt aus der Partitur zu sehen.

[Cage (1969)] und [Sauer (2009)] zeigen, dass es sehr viele verschiedene grafische Notationsformen gibt. Viele orientieren sich dabei, trotz neuer Herangehensweisen und Darstellungsformen, grundsätzlich an der klassischen Notation. Vor allem das Notensystem, die besprochene räumliche Positionierung zur Darstellung von Tonhöhe und zeitlichem Verlauf und Teile der in der klassischen Notation verwendeten Symbolik finden sich in vielen grafisch notierten Werken wieder. Die bestehende Grammatik wird aber erweitert oder neu interpretiert. Farben kommen zum Einsatz, um beispielsweise Klangfarben zu markieren (wie im gezeigten Stück *Artikulation*). Trotzdem sind viele grafisch notierte Stücke für dezidierte Instrumente geschrieben.

Für die in *DAS* zu verwendende Notationsmethode ist die grafische Notation vor allem durch ihre Darstellung zusätzlicher Parameter, zum Beispiel über die Farbe der Symbole, interessant. Auch neue bzw. im Vergleich zur klassischen Notation veränderte Symbole kommen hier zum Einsatz, die mehr Möglichkeiten zur Darstellung von Klangparametern bieten. Während in der klassischen Notation noch genau bestimmte Formen zur Darstellung der Noten eines Stückes vorgegeben sind, können in der grafischen Notation, wie beschrieben, auch abstraktere Bilder zum Einsatz kommen.

Das macht die grafische Notation zwar einerseits vielseitiger, andererseits aber auch weniger eindeutig, vor allem im Hinblick auf die verschiedenen Ansätze, die existieren.

<sup>2</sup>Das Video zur Partitur von *Artikulation*: [https://www.youtube.com/watch?v=71hN1\\_skTZQ/](https://www.youtube.com/watch?v=71hN1_skTZQ/)

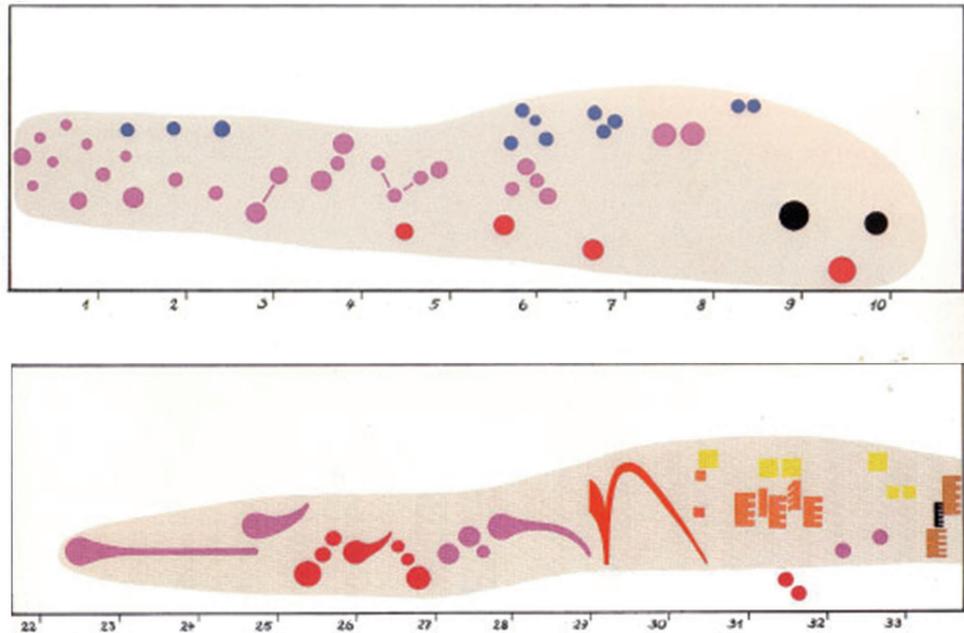


Abbildung 2.4. Ausschnitt aus dem von Rainer Wehinger grafisch notierten Stück *Artikulation* von György Ligety (Quelle: <https://blogthehum.wordpress.com>).

In den meisten Fällen sind Beschreibungen der verwendeten Symbole notwendig, um eine Interpretation der notierten Werke zu ermöglichen.

Die für *DAS* zu entwickelnde Notationsmethode ist der grafischen Notation zuzuordnen. Sie kann bestimmte Teile bestehender grafischer Notationen übernehmen, muss aber wesentlich eindeutiger und weniger komplex sein.

### 2.5.3 MIDI-Notation

*MIDI* steht für Musical Instrument Digital Interface und ist ein in der digitalen Audiobearbeitung gängiges Protokoll zur Beschreibung musikalischer Parameter. *MIDI* bietet im Gegensatz zu reinen Audiosignalen die Möglichkeit einer direkten Umwandlung in klassische Notation und umgekehrt.

Visuell als Notation repräsentiert wird *MIDI* von den meisten *DAWs* mithilfe von Balken, die in einem Raster dargestellt werden. Die Länge der Balken gibt dabei die Länge des jeweiligen Klanges an. Mit der Position auf der y-Achse des Rasters wird, wie auch bei der klassischen Notation, die Tonhöhe angegeben, wobei hier eine volle Skala inklusive aller Halbtönen verwendet wird und eine Verwendung zusätzlicher Symbole zur Angabe der Halbtöne (Kreuz oder b) nicht notwendig ist.

Bei der MIDI-Notation kommen Farben zum Einsatz um zusätzliche Parameter, wie beispielsweise die *velocity* (Anschlagsgeschwindigkeit), darzustellen. Diese bewegt sich dabei in den meisten Fällen zwischen violett (geringe *velocity*) und rot (hohe *velocity*). Abbildung 2.5 zeigt das beliebte Lied *Alle meine Entchen* in einer mit *Logic Pro X* erzeugten MIDI-Notation, wobei zur Verdeutlichung der Farbunterschiede den Tönen unterschiedliche Anschlagsgeschwindigkeiten zugeordnet wurden.



Abbildung 2.5. *Alle meine Entchen* in MIDI-Notation. Zur Verdeutlichung wurden den Tönen unterschiedliche Velocities zugeordnet.

Wie in der klassischen Notation ist auch in der MIDI-Notation der notierte Ablauf vom Instrument unabhängig und kann auf jedes Instrument (abhängig von den notierten Tonhöhen und der möglichen Skala des Instrumentes) gleichermaßen angewandt werden. In einer *DAW* kann so beispielsweise eine Melodie oder ein Rhythmus auf einer Spur mithilfe von MIDI-Notation notiert werden, und der Spur gleichzeitig ein Software-Instrument zugewiesen werden, mit dem diese MIDI-Noten dann synthetisiert werden.

Auch die MIDI-Notation in einer *DAW* bietet jedoch an sich keine Möglichkeit zur Darstellung der Klangfarbe. Ein Software-Instrument muss die mit MIDI notierten Klänge interpretieren und hinsichtlich der Klangfarbe extra konfiguriert werden. Trotzdem dient die MIDI-Notation in gewissen Bereichen als Vorbild für die für *DAS* zu entwickelnde Notationsmethode. Die Darstellung auf einer Piano-Rolle mit allen Ganz- und Halbtönen und die Darstellung der Tonlängen durch die Länge der visualisierten Klangobjekte sind im Software-Kontext, wo eine theoretisch unendlich große Zeichenfläche zur Verfügung steht, sinnvoll.

## 2.6 Relevante Forschungsprojekte

Es gibt viele verschiedene Ansätze, wie musikalische Parameter grafisch dargestellt bzw. symbolisiert werden können, die über die besprochenen Notationsmethoden hinausgehen. Einige davon werden in diesem Abschnitt vorgestellt.

Eine Arbeit, welche Zusammenhänge innerhalb eines musikalischen Werkes visualisiert, ist *MoshViz* [Cantareira et al. (2016)]. Dabei kommen verschiedene Formen, Farben und Muster zur Verwendung, um Parameter wie Harmonik oder Stabilität (im Kontext des Gesamtwerkes) darzustellen. Während die Noten dabei grundsätzlich wie bei der MIDI-Notation auf einer Piano-Rolle eingezeichnet sind, kommen hier Kreise als Symbole zum Einsatz, deren Größe sich beispielsweise an der Bedeutung des jeweiligen Tones im Gesamtwerk orientieren. Dabei ist zu beachten, dass es verschiedene Ansichten gibt und Farben und Formen in jeder Ansicht eine andere Bedeutung haben können. Abbildung 2.6 zeigt ein Beispiel für die Darstellung in der Detailansicht.

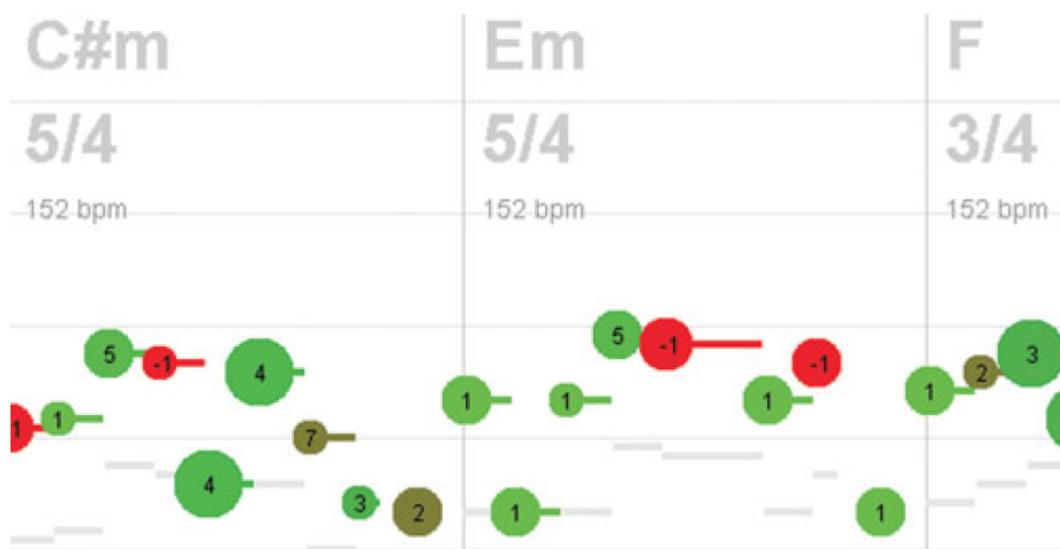


Abbildung 2.6. Darstellung der Parameter Tonalität (Farbe) und Bedeutung (Größe) in MoshViz [Cantareira et al. (2016)]

Für die in *DAS* und damit im Kontext eines dreidimensionalen musikalischen Raums zu verwendende Notationsmethode, ist die Darstellungsart in [Smith and Williams (1997)] interessant. Hierbei werden Klangobjekte als Kugeln im 3D-Raum dargestellt, wobei die Größe der Kugeln die Lautstärke definiert und es werden auch Farben zur Darstellung der Klangfarbe verwendet.

Die *Music Animation Machine* von Stephen Malinowski [Malinowski (2017)] analysiert bestehende Werke und stellt sie in ihrem Ablauf grafisch dar. Verschiedene Videos<sup>3</sup> zeigen die unterschiedlichen Formen und Farben, die dabei zum Einsatz kommen. Es wird hier ebenfalls der dreidimensionale Raum genutzt und in diesem Fall durch die Schärfe der einzelnen Objekte dargestellt (Klangobjekte, die sich im Raum weiter hinten befinden sind weniger scharf bzw. transparenter visualisiert). Interessant und für *DAS* relevant ist hierbei auch die Darstellung *legato* bzw. *non legato* gespielter Klangobjekte, die verbunden bzw. nicht verbunden visualisiert werden.

<sup>3</sup>Ein Beispiel für ein Video der *Music Animation Machine* findet sich unter diesem Link: <https://www.youtube.com/watch?v=pxdPuS7HAHg>

Viele andere Projekte beschäftigen sich mit der Analyse und Darstellung komplexerer musikalischer Parameter, wie Akkord-Strukturen, Harmonien, u. Ä., die aber für den Einsatz in *DAS* in erster Linie nicht relevant sind.

Wichtig zu erwähnen ist, dass bei den vorgestellten Projekten bestehende Musikstücke analysiert und im Nachhinein visualisiert werden, nicht jedoch mithilfe der beschriebenen Visualisierungs- bzw. Notationsmethoden neue Musikstücke komponiert werden, wie es beim digitalen Audio-Skizzenbuch der Fall sein soll.

Im nächsten Abschnitt werden nun Applikationen vorgestellt, die sich tatsächlich mit dem Zeichnen von Musik beschäftigen.

### 2.7 Bestehende Applikationen

*DAS* ist nicht die erste Applikation, die das Zeichnen von Klängen ermöglicht. Im Folgenden sollen einige für die Entwicklung von *DAS* relevante Applikationen und Forschungsprojekte vorgestellt werden.

*Rakugacki* ist ein Projekt aus dem Jahr 2013 und beschäftigt sich wie auch diese Arbeit mit der Visualisierung bzw. Erschaffung von Klängen mithilfe von Zeichnungen. Hier werden allerdings vorgelegte Muster, die zu einem Gesamtbild zusammengefügt werden können, analysiert und damit festgelegte Klänge abgespielt [Goto et al. (2013)]. Dazu gehören zum Beispiel verschiedene Arten von Wasser wie Flüsse, Teiche oder Regentropfen. Im Gegensatz zu *DAS* können hier keine ganzen Stücke im zeitlichen Verlauf komponiert werden und die möglichen Klänge sind sehr stark vorgegeben und limitiert.

In der Webapplikation *scribble.audio*<sup>4</sup> können Muster in verschiedenen Tonhöhen und mit unterschiedlichen Wellenformen für den verwendeten Synthesizer auf einer Zeichenfläche eingezeichnet werden. Diese werden dann geloopt (unendlich wiederholt) und je nach Zeitpunkt des Einzeichnens im zeitlichen Verlauf unterschiedlich abgespielt.

*Drawdio*<sup>5</sup> ist ein System, das auf einem Stift oder Pinsel angebracht werden kann, wobei die auf einer beliebigen Oberfläche gezeichneten Linien dann mithilfe eines Stromkreises zum Klingen gebracht werden.

Als Vorbild für das digitale Audio-Skizzenbuch gelten “klassische” Skizzenbuch-Applikationen wie *Paper*<sup>6</sup>. Hier können, wie auch bei *DAS*, Ideen schnell skizziert oder bis ins kleinste Detail ausgearbeitet werden. Die Nutzeroberfläche von *DAS* soll sich vor allem hinsichtlich der Werkzeugleiste an *Paper* oder ähnlichen Skizzenbuch-Applikationen orientieren.

Andere Applikationen gelten vor allem aufgrund ihres Designs bzw. der Kreation von Klangkompositionen auf innovative Art und Weise als Vorbild für *DAS*. Dazu gehört

---

<sup>4</sup><http://scribble.audio/>

<sup>5</sup><http://drawdio.com/>

<sup>6</sup><https://itunes.apple.com/us/app/id506003812?mt=8>

zum Beispiel *Biophilia*<sup>7</sup>, eine Applikation, in der die NutzerInnen das gleichnamige Album der Künstlerin Björk auf grafisch einzigartige Weise dargestellt bekommen und interaktiv erforschen können. Mit *Singing Fingers*<sup>8</sup> können die NutzerInnen mit ihren Fingern auf einer Zeichenfläche zeichnen und die Zeichnung anschließend durch erneutes Darüberstreichen “spielen”. *Bloom*<sup>9</sup> ist eine Applikation für iPhone und iPod Touch, die laut den Entwicklern gleichsam Musikinstrument wie Kompositionstool ist. Hier werden durch Tippen auf den Bildschirm Klangobjekte in Kreisform erzeugt, die dann im Loop abgespielt werden.

Viele dieser Applikationen haben einen spielerischen Charakter bzw. bieten hinsichtlich der erzeugbaren Sounds nur eingeschränkte Möglichkeiten. *DAS* soll die Möglichkeiten eines grafischen Skizzenbuchs wie *Paper* mit der Möglichkeit der Erstellung akustischer Kompositionen verbinden. Die genannten Applikationen sind in Teilbereichen wie beim Design, bei der Benutzeroberfläche oder bei der Klangcharakteristik Vorbilder für das digitale Audio-Skizzenbuch.

### 2.8 Notation im digitalen Audio-Skizzenbuch

Bezugnehmend auf die vorgestellten Notationsformen und die neuen Ansätze zur Visualisierung musikalischer Parameter, wird eine Notationsform entwickelt, die in *DAS* zum Einsatz kommen soll. Die in Abschnitt 2.3 beschriebenen Anforderungen an diese Notation sollen hier noch einmal kurz zusammengefasst werden und sind:

- die Verwendung innerhalb eines musikalischen Raumes,
- die Möglichkeit sequentiell und am Tablet zu zeichnen,
- die Darstellung musikalischer Parameter ähnlich wie bei bestehenden Notationsformen (Tonhöhe, Tonlänge, zeitlicher Ablauf), aber auch
- die Darstellung der Klangfarbe,
- die Synthetisierung der notierten Klangobjekte und
- die Anpassung der Parameter nach dem Zeichnen.

Vor allem die Darstellung der Klangfarbe wird von den vorgestellten Notations- und Visualisierungskonzepten nicht oder nur teilweise abgedeckt. Klangsynthese kann auf sehr vielen verschiedenen Wegen realisiert werden. Zur Vereinfachung ist es daher notwendig, die in *DAS* verwendbaren Klänge und Klangfarben einzuschränken. Als Ansatz gilt hierfür die Einteilung musikalischer Klänge in vier Anregungsarten und vier Materialien, die im Folgenden beschrieben wird.

<sup>7</sup><https://itunes.apple.com/at/app/biophilia/id434122935?mt=8>

<sup>8</sup><https://itunes.apple.com/us/app/singing-fingers/id381015280?mt=8>

<sup>9</sup><https://itunes.apple.com/at/app/bloom/id292792586?mt=8>

### 2.8.1 Die vier Anregungsarten

Diese vier Arten der Klanganregung sollen den Großteil der in der Realität vorkommenden Instrumente abbilden, orientieren sich dabei an der Hornbostel-Sachs-Systematik [von Hornbostel and Sachs (1914)]:

#### **Strike (Schlagen)**

Hierunter fallen alle Instrumente oder Gegenstände, die durch das gezielte Schlagen mit oder ohne Hilfsmittel einen Klang erzeugen. Klassische Vertreter dieser Anregungsart sind Trommeln, die in den meisten Fällen eine unbestimmte Tonhöhe haben. Instrumente mit bestimmter Tonhöhe, deren Klänge durch Schlagen erzeugt werden, wie die Marimba, das Xylophon o. Ä., fallen ebenso in diese Kategorie.

Die Unterscheidung von bestimmter und unbestimmter Tonhöhe wird beim Zeichnen in der späteren Applikation relevant, für den in dieser Arbeit entwickelten Prototyp spielt sie aber noch keine Rolle, da nur Klänge mit bestimmter Tonhöhe verwendet werden.

#### **Pick (Zupfen)**

Beim Zupfen werden in den meisten Fällen Saiten durch das gezielte Verändern ihrer Ruhelageposition und das anschließende Zurückschwingen in ebendiese zur Erzeugung eines Tones genutzt.

#### **Bow (Streichen)**

Hier geht es im klassischen Sinne um Streichinstrumente wie Violine, Cello, Kontrabass, wenn ihre Saiten mit einem Hilfsmittel (meist mit einem Bogen) durch eine streichende Bewegung in Schwingung gebracht werden. Hier zeigt sich aber, dass bestimmte Instrumente nicht nur einer einzigen Anregungsart zuzuordnen sind. Die angesprochenen Saiteninstrumente können nämlich auch gezupft gespielt werden.

Auch das Streichen auf einem Glasrand, welches das Glas in Schwingung versetzt und damit einen Ton erzeugt oder das Streichen mit einem Schlagzeugbesen auf einer Trommel würden in diese Anregungsart fallen.

#### **Blow (Blasen)**

In diese Kategorie fallen alle Blasinstrumente oder alles, wo mithilfe eines Luftstroms Klänge erzeugt werden. Charakteristisch für den Klang dieser Anregungsart ist das Rauschen, das durch das Anblasen beispielsweise eines Mundstückes entsteht. Aber auch Instrumente, die vom Interpreten nicht selbst angeblasen werden, aber geblasene Klänge erzeugen (wie beispielsweise eine Orgel oder ein Akkordeon), fallen in diese Kategorie.

### 2.8.2 Die vier Materialien

Zusätzlich zu den Anregungsarten werden vier Materialien definiert, die zur weiteren Charakterisierung der in *DAS* vorkommenden Klänge genutzt werden. Beim Zeichnen sollen diese Materialien durch verschiedene Farben dargestellt werden. Die vier verwendeten Materialien sind Holz, Metall, Glas und Plastik. Diese Materialien werden auch im Synthesizer-Plugin *Sculpture*<sup>10</sup>, das in *Logic Pro X* verfügbar ist, verwendet, um Klänge zu synthetisieren. Sie werden in Abbildung 2.7 mit den ihnen zugeordneten Farben dargestellt.

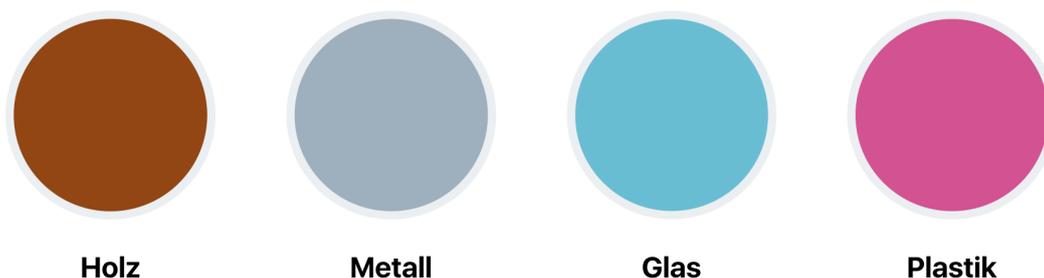


Abbildung 2.7. Die vier Materialien mit ihren festgelegten Farben.

Die Farben wurden dabei großteils im Sinne der in der Natur vorkommenden Stoffe festgelegt. Holz und Metall sind in den meisten Fällen braun bzw. silber oder grau. Glas ist zwar grundsätzlich durchsichtig, wird aber in Ermangelung der technischen Möglichkeiten und der Sinnhaftigkeit beim Zeichnen hellblau dargestellt. Plastik kann alle möglichen Farben annehmen, rosa wurde als am ehesten unnatürliche Farbe und im Zusammenspiel mit den anderen Farben passend, gewählt.

Die Festlegung der Farben ist definitiv subjektiv. Für manche Menschen mögen die einzelnen Materialien mit anderen Farben assoziiert werden. Es ist aber nicht Teil der Arbeit zu evaluieren, welche Farben am besten zu den Materialien passen.

#### Evaluierung der Anregungsarten und Materialien

Florian Pichler, mit dem das Konzept zu *DAS* gemeinsam entwickelt wurde, evaluiert in seiner Arbeit die Verwendung der festgelegten Materialien und Anregungsarten, indem er eine Befragung unter für die Zielgruppe relevanten Personen durchführt. Dabei werden den ProbandInnen Sounds, wie sie in *DAS* verwendet werden, vorgespielt, die sie anschließend einer Anregungsart und einem Material zuordnen sollen. Die ProbandInnen sollen also beantworten, ob der Sound für sie gestrichen, geblasen, gezupft oder geschlagen sowie nach Holz, nach Metall, nach Glas oder nach Plastik klingt.

---

<sup>10</sup><https://www.apple.com/logic-pro/plugins-and-sounds/>

Hier zeigt sich ein zentraler Punkt der Arbeit an *DAS*. Immer wenn über Klänge gesprochen wird, geht es nicht um die physikalisch korrekte Darstellung der klanglichen Eigenschaften, sondern darum, wie der Klang für die jeweiligen ZuhörerInnen klingt. Das ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Diese Arbeit und jene von Florian Pichler sollen aber beweisen, dass die besprochene Form der Klangsynthese mit vier Anregungsarten und vier Materialien trotzdem in einem digitalen Audio-Skizzenbuch Anwendung finden und dass dieses von Personen mit unterschiedlichen musikalischen Vorkenntnissen, gleichermaßen verwendet werden kann.

### 2.8.3 Zusammenfassung

In der in *DAS* verwendeten Notationsform sollen Klangobjekte mithilfe von Formen dargestellt werden, die sich weniger an der klassischen Notation (mit den bestehenden Notensymbolen) als an grafischen Notationsformen bzw. der vorgestellten *Music Animation Machine* orientieren. Diese Grundformen sollen ein schnelles und einfaches Zeichnen (Skizzieren) von Klangobjekten erlauben, ohne von den BenutzerInnen erst lang erlernt werden zu müssen. Die Formen zur Darstellung der Klangobjekte sollen auch die einzigen grafischen Elemente in der vorgestellten Notationsform bleiben, es sollen also keine Symbole nötig sein, welche die Klangobjekte zusätzlich auszeichnen.

Die Verwendung der Notationsform innerhalb eines musikalischen Raums stellt bereits Ansprüche an die Darstellung von Tonhöhe (oben und unten) und zeitlichen Verlauf bzw. Panorama (links und rechts, die Unterschiede wurden in Abschnitt 2.4 beschrieben). Die Darstellung dieser beiden Parametern auf zwei Achsen entspricht dabei den meisten vorgestellten Notationsformen und macht daher Sinn.

Über den Einsatz einer dritten Dimension (vorne und hinten) soll die räumliche Tiefe im Stück bestimmt werden können. Das passiert in erster Linie wie in [Smith and Williams (1997)] über die Lautstärke. Die Positionierung auf der *z*-Achse soll aber in weiterer Folge auch Aussage über die Halligkeit eines Klangobjektes geben.

Wird der dreidimensionale Raum zweidimensional (von vorne) dargestellt, so bewirkt die unterschiedliche Positionierung der Objekte auf der *z*-Achse eine Verzerrung der Größe. Objekte, die sich weiter vorne befinden (und im musikalischen Kontext lauter und weniger hallig klingen) werden größer dargestellt als jene, die sich weiter hinten befinden (und entsprechend leiser klingen).

Die Klangfarbe soll in *DAS*, wie beschrieben, über zwei Parameter dargestellt werden: die Anregungsart und das Material. Es werden von jedem Parameter nur vier mögliche Zustände definiert, was die Auswahlmöglichkeiten und damit die Komplexität für die BenutzerInnen soweit einschränken soll, dass das digitale Audio-Skizzenbuch wie angesprochen von einer großen Zielgruppe, möglichst unabhängig vom musikalischen Vorwissen, verwendet werden kann.

Die Darstellung des Materials wird mit der Farbe bereits festgelegt. Der Parameter der Anregungsart soll über die Form der Klangobjekte definiert werden. Im folgenden

Kapitel 3 werden die Methoden vorgestellt, mit denen herausgefunden werden soll, wie diese Formen aussehen müssen, damit sie für einen Großteil der BenutzerInnen intuitiv zur jeweiligen Anregungsart passen.

## 3 Methoden

In Kapitel 2 wurde die Notationsform beschrieben, die im digitalen Audio-Skizzenbuch zum Einsatz kommt. Wie die in der Notationsform zu verwendenden Symbole bzw. grafischen Formen aussehen sollen, um einerseits den vier definierten Anregungsarten zu entsprechen und andererseits im Kontext der Applikation auch sinnvoll anwendbar zu sein, wird mit zwei Experimenten ermittelt. Ein drittes Experiment ist die Evaluierung des entwickelten Paper-Prototyps der Applikation. In diesem Kapitel werden die drei Experimente beschrieben.

### 3.1 Experiment 1: Freies Zeichnen der vier Anregungsarten

Das Ziel dieses ersten Experiments war herauszufinden, wie Personen unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher musikalischer Vorbildung die vier definierten Anregungsarten zeichnen würden.

Dazu wurde eine quantitative Befragung durchgeführt. Die ProbandInnen sollten zu zehn abgespielten Sounds die für sie intuitiv richtigen Formen zeichnen. Die Formen sollten dabei folgende Vorgaben erfüllen:

- Simplizität – einfache Grundformen (z. B. Kreis, Quadrat, Dreieck, etc.)
- Geschlossenheit – in einer Bewegung zu zeichnen, ohne den Stift abzusetzen

#### 3.1.1 Die verwendeten Sounds

Um mögliche Visualisierungen für die vier definierten Anregungsarten *Strike*, *Pick*, *Bow* und *Blow* zu finden, wurden zu jeder Anregungsart zwei bzw. drei Audiodateien generiert. Bei diesem ersten Schritt ging es lediglich um das Finden geeigneter *Formen* zur Visualisierung der Anregungsarten. Es war nicht Ziel, mögliche Visualisierungen anderer Klangparameter, wie Tonhöhe oder Material, herauszufinden.

Um diese Eigenschaften, die in den Klängen zwangsläufig trotzdem gegeben sind, möglichst im Hintergrund zu halten, wurden die Sounds aller Anregungsarten mit dem gleichen Material und der gleichen Tonhöhe synthetisiert. Dort, wo Tonfolgen für die Sounds verwendet wurden, wurden diese ebenfalls für alle Anregungsarten in den gleichen Tonhöhen gespielt. Auch die Positionierung im Stereo-Panorama sollte keine Rolle spielen – v. a. da bei mehreren Durchführungsrounden lediglich ein Lautsprecher zum Einsatz kam – und die Sounds wurden deshalb in der Stereo-Mitte positioniert.

Tabelle 3.1. Die zehn verwendeten Sounds in Experiment 1.

Nr.	Anregungsart	Beschreibung
1	Bow	Einzelton gestrichen, ca. 2 Sekunden angespielt
2	Blow	Einzelton geblasen, ca. 2 Sekunden angespielt
3	Pick	Einzelton gezupft
4	Strike	Einzelton geschlagen
5	Bow	Akkordzerlegung, <i>non legato</i>
6	Bow	Akkordzerlegung, <i>legato</i>
7	Blow	Akkordzerlegung, <i>non legato</i>
8	Blow	Akkordzerlegung, <i>legato</i>
9	Pick	Akkordzerlegung, <i>non legato</i>
10	Strike	Akkordzerlegung, <i>non legato</i>

In der ersten und einfachsten Variante wurde für jede Anregungsart ein einzelner Ton auf der Höhe  $c^4$  generiert. Dieser Ton wurde im Falle der Anregungsarten *Strike* und *Pick* ein Mal angeschlagen und ausklingen gelassen. In den Sounds für *Bow* und *Blow* wurde der Ton ca. 2 Sekunden lang mit gleichbleibender Intensität gespielt.

Diese Variante wird im Folgenden als *Einzelton* bezeichnet. Es wurde davon ausgegangen, dass hier die Grundform für jede Anregungsart gefunden werden würde, also zum Beispiel ein Kreis als Symbol für einen geschlagenen Sound oder ein Dreieck als Symbol für einen gezupften Sound.

Um die Form einer Anregungsart aus den Einzeltönen auch mit sich selbst in Beziehung zu setzen, wurden zusätzlich für alle Anregungsarten Sounds mit einer Dur-Akkordzerlegung ( $c^5$ ,  $e^5$ ,  $g^5$ ) generiert. Dies geschah für *Bow* und *Blow* in zwei verschiedenen Varianten. In der ersten Variante wurden die Töne hintereinander und *non legato* gespielt, während die Tonfolge in der zweiten Variante *legato*, also ohne Absetzen, gespielt wurde. Es wurde erwartet, dass die beiden Varianten von den ProbandInnen auch unterschiedlich gezeichnet würden, z. B. dass sie die Formen im *legato* miteinander verbinden würden, während sie im *non legato* voneinander unabhängig gezeichnet würden.

Tabelle 3.1 liefert einen Überblick über die zehn verwendeten Sounds in der Reihenfolge, wie sie auch den ProbandInnen im Experiment vorgespielt wurden.

### 3.1.2 Ablauf

Das Experiment wurde mehrere Male an verschiedenen Orten und mit unterschiedlichen ProbandInnen durchgeführt. Die Orte wurden dabei so ausgewählt, dass die ProbandInnen die abgespielten Sounds gut hören konnten und wenige äußere Ablenkungen gegeben waren.

Den ProbandInnen wurde ein Fragebogen gegeben, der, neben einer kurzen Erklärung des Experiments in schriftlicher Form, zehn nummerierte Flächen zum Zeichnen

der Sounds enthielt (siehe Appendix A). Zusätzlich wurden Stifte für alle ProbandInnen bereit gestellt. In diesem ersten Experiment war die Farbe der Zeichnungen nicht relevant, es wurde lediglich darauf geachtet, dass die Zeichnungen gut erkennbar waren.

Anschließend wurden das Experiment und seine Hintergründe mündlich erklärt. Dabei wurden die ProbandInnen über die grundsätzliche Fragestellung (Wie zeichnet man Musik?) informiert, nicht jedoch über die Einteilung der Sounds in vier Anregungsarten. Diese Information wurde bewusst zurück gehalten, um eine möglichst freie Interpretation bei den Visualisierungen zu ermöglichen. So sollte z. B. auch verhindert werden, dass schon vorab (ohne das Hören der Sounds) Bilder im Kopf der ProbandInnen entstehen, die sie mit den Anregungsarten assoziieren.

Die Testpersonen wurden zusätzlich darauf hingewiesen, dass es beim Zeichnen der Sounds keine richtigen oder falschen Antworten gibt und sie die für sie intuitiv passende Visualisierung zum jeweiligen Sound wählen sollten. Die in 3.1 beschriebenen Anforderungen an Simplität und Geschlossenheit wurden ebenfalls erläutert.

Anschließend wurden die zehn vorbereiteten Sounds abgespielt. Jeder Sound wurde dabei mindestens zwei Mal wiederholt, wobei zwischen den Wiederholungen eine Pause von etwa drei bis fünf Sekunden eingehalten wurde, um den ProbandInnen Zeit zu geben, den Sound wirken zu lassen und ihre Visualisierung auf Papier zu bringen.

Jedes Abspielen eines Sounds wurde sprachlich angekündigt. Dabei wurden die Anregungsarten auch benannt, also z. B. "Es folgt Sound Nr. 2, Blow". So wussten die Testpersonen jederzeit über den aktuellen Stand (Nummer des abgespielten Sounds bzw. Nummer der Wiederholung) Bescheid und es konnten Fehler beim Ausfüllen des Fragebogens verhindert werden. Auf Wunsch der ProbandInnen wurden manche Sounds auch mehr als zwei Mal wiederholt.

Zum Schluss enthielt der Fragebogen fünf Fragen zur Person, die dabei halfen, die ProbandInnen in Altersgruppen sowie nach ihren musikalischen Vorkenntnissen einzuteilen. Dabei wurden folgende Abstufungen gemacht:

1. ProbandInnen, die eine höhere musikalische Ausbildung (Studium) abgeschlossen haben oder aktuell absolvieren.
2. ProbandInnen, die Noten lesen können.
3. ProbandInnen, die ein oder mehrere Musikinstrumente spielen.
4. ProbandInnen, die über keine der oben genannten Vorkenntnisse verfügen.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden diese vier Abstufungen *musikalische Gruppen* genannt. Natürlich gab es auch ProbandInnen, die mehreren Gruppen zuzuteilen sind. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass Personen, die sich in einer höheren musikalischen Ausbildung befinden oder eine solche abgeschlossen haben, Noten lesen können und auch mindestens ein Instrument spielen.

### 3.1.3 Erwartete Ergebnisse

Mit diesem Experiment als erstem Schritt sollten mit geringen Einschränkungen und Vorgaben möglichst verschiedene Visualisierungsformen für die gegebenen Anregungsarten gefunden werden. Es wurde jedoch gleichzeitig erwartet, dass trotz der Freiheit der ProbandInnen beim Zeichnen, gewisse Ähnlichkeiten bei den jeweiligen Anregungsarten zu erkennen sein würden.

Mithilfe dieser Parallelen und den selbst definierten Formen (siehe Abbildung 3.1 in Abschnitt 3.2.4) wurden schlussendlich die Auswahlmöglichkeiten für den Fragebogen in Experiment 2 definiert.

## 3.2 Experiment 2: Fragebogen zu den Visualisierungsformen

Mithilfe der Ergebnisse aus Experiment 1 wurde in diesem zweiten Schritt ein Fragebogen erstellt. Die erwarteten unterschiedlichen Visualisierungen, die beim freien Zeichnen entstanden sind, sollten so evaluiert und für jede Anregungsart sollte eine "richtige" Visualisierung gefunden werden. Die Zielgruppe der ProbandInnen umfasste auch hier Personen unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlicher musikalischer Vorbildung.

### 3.2.1 Die verwendeten Sounds

Es wurden die gleichen Sounds verwendet wie in Experiment 1. Auch die Reihenfolge wurde wie in Tabelle 3.1 beibehalten.

### 3.2.2 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen wurde mit *Google Forms*<sup>1</sup> erstellt und in zwölf Abschnitte eingeteilt (siehe Appendix B). Der erste Abschnitt enthielt eine Beschreibung des durchgeführten Experimentes. Hier wurde lediglich auf das grundsätzliche Ziel, das Finden passender Visualisierungen zu den gegebenen Sounds, nicht jedoch auf die vier definierten Anregungsarten oder die Ergebnisse aus Experiment 1 hingewiesen.

Die anschließenden zehn Abschnitte enthielten jeweils ein Video mit dem aktuellen Sound, sowie vier Antwortmöglichkeiten. Im Video wurde der jeweilige Sound wie in Experiment 1 drei Mal abgespielt, mit Pausen von etwa zwei Sekunden Länge zwischen den Wiederholungen. Das Video als Medium wurde aufgrund der beschränkten Möglichkeiten in *Google Forms* gewählt, da es die Applikation nicht ermöglicht, Audiodateien alleine einzubinden. Um den ProbandInnen die Konzentration auf die Visualisierungen in den Antwortmöglichkeiten zu ermöglichen, wurde das Videobild schwarz gehalten und es wurde lediglich ein Lautsprechersymbol eingeblendet, wenn ein Ton zu hören war.

---

<sup>1</sup>Online-Umfrage-Werkzeug von Google: <https://www.google.com/forms/about/>

### Antwortmöglichkeiten

Zu jedem der zehn Sounds gab es drei mögliche Visualisierungen, die als Bilddateien zu den mit den Buchstaben A, B und C versehenen Antworten eingebunden wurden. Eine vierte Antwortmöglichkeit war: “Keines der Bilder passt für mich”. Bei jeder Frage konnte sinnvollerweise nur eine Antwort ausgewählt werden. Zusätzlich konnten die ProbandInnen optional (in einem Textfeld) Anmerkungen zu den Sounds machen.

Die Visualisierungen in den Antwortmöglichkeiten wurden aus der Auswertung von Experiment 1 (siehe Abschnitt 4.1) generiert. Dazu wurden die drei am häufigsten von den ProbandInnen gezeichneten Formen nachgezeichnet (ähnliche Formen wurden für die Auswertung zusammengefasst, Details dazu finden sich ebenfalls in Abschnitt 4.1).

### Fragen zur Person

Um eine Kategorisierung der ProbandInnen (auch nach den festgelegten musikalischen Gruppen) zu ermöglichen, wurden im letzten Abschnitt des Fragebogens die gleichen Fragen zur Person gestellt wie schon im Fragebogen bei Experiment 1. Diese Fragen umfassten Alter, Geschlecht und musikalisches Vorwissen der ProbandInnen. Außerdem wurde abgefragt, ob der/die ProbandIn bereits an Experiment 1 teilgenommen hat.

### 3.2.3 Durchführungszeitraum

Der Fragebogen wurde online erstellt und über die Internet-Plattform *Facebook* sowie über E-Mail ausgesendet. Über einen Zeitraum von zwei Wochen hatten ProbandInnen die Möglichkeit, die Befragung durchzuführen.

### 3.2.4 Erwartete Ergebnisse

Wie bereits eingangs erwähnt, sollte dieser zweite Teil v. a. dazu dienen, die Ergebnisse aus Experiment 1 zu evaluieren bzw. für die jeweiligen Anregungsarten eine für den Großteil der ProbandInnen “richtige” Visualisierungsform zu finden. Es wurde erwartet, dass die teils doch sehr unterschiedlichen Ergebnisse aus dem ersten Experiment durch die richtige Kategorisierung im Vorfeld (also das Zusammenfassen mehrerer ähnlicher Visualisierungen, wie z. B. Linie gezackt, wellig, Rechteck, Kreis/Punkt, etc.) deutliche Präferenzen zu einer Antwort zeigen würden.

Bestimmte Erwartungen hinsichtlich der Formen für die vier Anregungsarten wurden schon vor dem ersten Experiment formuliert:

- *Strike* – Kreis bzw. kreisförmig
- *Pick* – Dreieck bzw. dreieckförmig
- *Bow* – Bogen bzw. bogenförmig

- *Blow* – Welle bzw. wellenförmig

Abbildung 3.1 zeigt Beispiele für die erwarteten Formen, die im Vorfeld der Experimente definiert wurden. Teilweise wurden diese Erwartungen schon in Experiment 1 bestätigt (siehe auch Abschnitt 4.1) und es wurde davon ausgegangen, dass diese Bestätigung in Experiment 2 weiter gefestigt werden würde. Vor allem bei der Anregungsart *Blow*, wo auch bei den Überlegungen im Vorfeld keine eindeutige Visualisierungsform gefunden wurde, war dieses zweite Experiment spannend. Bei dieser Anregungsart wurden am ehesten gemischte Ergebnisse erwartet.

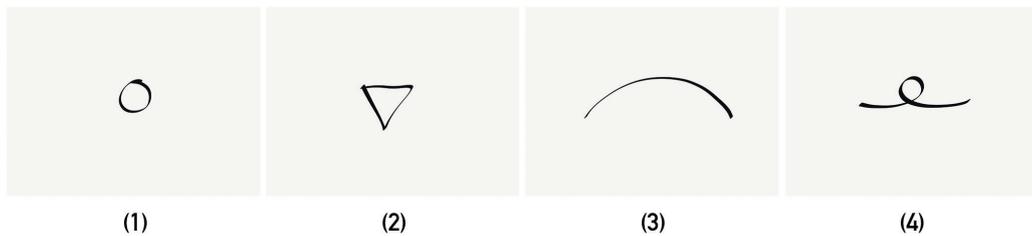


Abbildung 3.1. Die im Vorhinein erwarteten Formen für die vier Anregungsarten: (1) Strike, (2) Pick, (3) Bow, (4) Blow.

Bei den anderen drei Anregungsarten wurde erwartet, dass die im Vorhinein definierten Visualisierungsformen (wie in Abbildung 3.1 gezeigt) zu 80 Prozent oder mehr von den ProbandInnen bestätigt werden würden.

Interessant war auch die Unterscheidung zwischen den *legato* bzw. *non legato* gespielten Tonfolgen. Hier wurde erwartet, dass für die *legato* gespielten Beispiele eine Visualisierungsform gefunden werden würde, wo die dargestellten Formen miteinander verbunden sind, während die Formen im *non legato* voneinander getrennt dargestellt werden (siehe Abbildung 3.2).

Außerdem sollte das Experiment zeigen, ob – wie erwartet – für die Tonfolgen jene Visualisierungen gewählt würden, welche die Form aus dem Einzelton zeigten. Die Form würde der Anzahl der Töne entsprechend wiederholt und lediglich in der y-Achse zueinander verschoben werden (als Visualisierung der Tonhöhe), wie in Abbildung 3.2 dargestellt.

### 3.3 Entwicklung und Evaluierung eines Prototyps

Im Zuge der Evaluierung des Gesamtkonzepts der Applikation *DAS* sollte mit den Ergebnissen der Experimente 1 und 2 ein Prototyp entwickelt werden. Dieser Prototyp steht sinnbildlich für die Applikation, die später entwickelt werden soll. Während ursprünglich noch die Entwicklung eines Software-Prototyps für das iPad angedacht war, wurde nun zuerst ein Prototyp auf Papier umgesetzt. Dadurch konnten bereits



## Zeichnen

Es wurde daher für jede ProbandIn ein weißes Blatt Papier in der Größe von ca. DIN A1 zur Verfügung gestellt. Als Unterlage wurde dieses Blatt auf einem Karton befestigt, der etwas größer als die Zeichenfläche war.

Auf der Zeichenfläche konnten die ProbandInnen mit vier zur Verfügung gestellten Buntstiften zeichnen. Die Farben der Buntstifte entsprachen dabei den festgelegten Farben der vier Materialien: braun (Holz), grau (Metall), hellblau (Glas) und rosa (Plastik).

## Vorgelegter Raster

Mithilfe von Holzleisten wurden Führungen montiert. Diese dienten einerseits der Befestigung der Zeichenfläche und erlaubten es außerdem, einen Rahmen in iPad-Form auf der Zeichenfläche einem Raster entsprechend zu positionieren. Abbildung 3.3 zeigt eine Skizze des Aufbaus der Zeichenfläche mit den Führungsleisten und dem iPad-Rahmen.

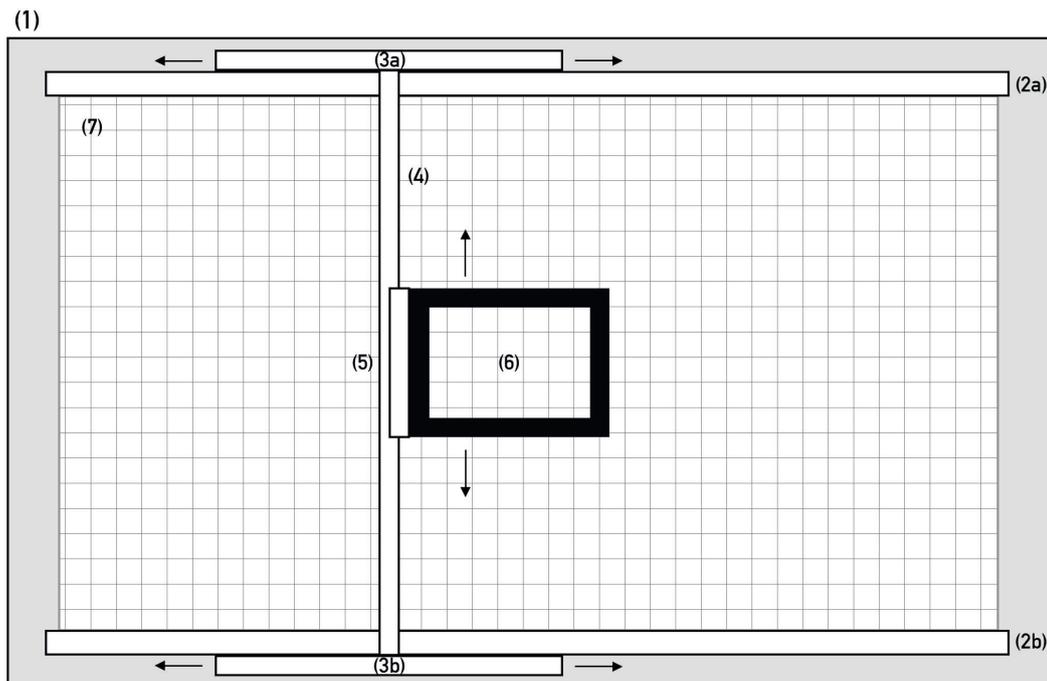


Abbildung 3.3. Skizze des Paper-Prototyps. (1) Karton als Unterlage und zur Befestigung. (2a) und (2b) Führungsleisten für das Schienensystem horizontal. (3a), (3b) und (4) Schiene zur Führung in der x-Achse (links-rechts). (5) Schiene vertikal mit befestigtem iPad-Rahmen (6) zur Führung in der y-Achse (oben-unten). (7) Zeichenfläche mit festgelegtem Raster, hier nur beispielhaft.

Dieser Raster wurde, wie in der späteren Applikation auch geplant, vorgegeben und stellte in x-Richtung eine Zeit-Achse dar. In y-Richtung wurden die Tonhöhen einge-

zeichnet, wobei nicht alle Töne chromatisch gleichbedeutend dargestellt wurden. Zur Vereinfachung für die BenutzerInnen wurden die Bereiche, in denen Töne, die in der Skala des vorgegebenen Musikstückes (B-Dur) enthalten waren, weiß und alle anderen Bereiche im Prototyp grau dargestellt. In einem späteren Software-Prototyp der Applikation würden die gezeichneten Formen je nach ausgewählter Skala auf den richtigen Tonhöhen einrasten, auch wenn sie nicht genau im Abschnitt des Tones gezeichnet werden. So soll Frustration bei den ProbandInnen des Prototyps bzw. bei den späteren NutzerInnen der Applikation durch das Zeichnen auf skalafremden Tonhöhen vermieden werden und gleichzeitig schneller ein auditiv *wohlklingendes* (also einer Skala entsprechendes) Ergebnis erreicht werden. Abbildung 3.4 zeigt eine Ausschnitts-Skizze des Rasters, wie es auf der Zeichenfläche im Paper-Prototyp eingezeichnet wurde. Dieser Ausschnitt wurde im Prototyp nach rechts und nach unten jeweils drei Mal wiederholt, sodass insgesamt 9 ganze Takte und drei Oktaven abgebildet werden konnten.

Der Raster wurde im Laufe der Durchführung angepasst, sodass weniger Takte, dafür aber auch Linien für die Achtel-Noten-Schläge dargestellt wurden. Wie und warum es dazu kam wird in Abschnitt 4.3 beschrieben.

D												
C												
Bb												
A												
G												
F												
E												
Eb												

Abbildung 3.4. Skizze des Rasters, wie er für die Zeichenfläche im Prototyp verwendet wurde. Dies ist nur ein Ausschnitt, der drei Takte (die dickeren Linien trennen diese ab) und eine Oktave abbildet. Die Notennamen sind hier beispielhaft im ersten Viertel des ersten Taktes eingetragen.

Der iPad-Rahmen konnte mithilfe der Führungsleisten auf der Zeichenfläche vor und zurück bzw. nach oben und nach unten bewegt werden. Die ProbandInnen waren an-

gehalten, zu jeder Zeit innerhalb des Rahmens zu zeichnen, um ein Gefühl für die spätere Größe und den Aufbau der Applikation auf einem iPad zu bekommen. Der Rahmen wurde allerdings, aufgrund der schwierigen Bedienbarkeit, vom Experimentelleiter für die ProbandInnen bewegt, sobald sie die jeweilige Geste zum Verschieben der Zeichenfläche gemacht haben. Diese Geste entspricht dem klassischen Links-Rechts- bzw. Oben-Unten-Wischen mit einem Finger, wie es bei der Bedienung von Geräten mit Touchscreen üblich ist.

#### **Wählbare Optionen**

Am unteren Rand des iPad-Rahmens wurde eine Schaltfläche zur Verfügung gestellt, welche die Möglichkeit zum Ausfahren einer Werkzeugleiste bot. Wurde diese Schaltfläche angetippt, so wurde die Werkzeugleiste sichtbar und bot für die Nutzung relevante Optionen zur Auswahl. Im Prototyp wurden hier die möglichen Farben für die unterschiedlichen Klangmaterialien wählbar gemacht. Tippte ein/e ProbandIn auf eine der vier Farben, wurde ihr/ihm der jeweilige Stift vom Experimentelleiter zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich wurden Schaltflächen zum Starten und Pausieren der Komposition (und dem Abspielen der akustischen Repräsentation, siehe nächster Abschnitt) verfügbar gemacht. Die Komposition wurde dabei immer von Anfang an abgespielt.

Im zu zeichnenden Musikstück waren repetitive Abschnitte enthalten, die von den ProbandInnen nicht in jedem Takt neu gezeichnet werden mussten. Dafür wurde eine Loop-Funktion zur Verfügung gestellt. Um diese zu nutzen, wurden die zu wiederholenden und bereits gezeichneten Formen durch Tippen und Halten markiert und anschließend in der Werkzeugleiste die Loop-Funktion ausgewählt. Der Loop wurde bis zum Ende des Musikstückes wiederholt.

Zusätzlich gab es eine Kopieren-Funktion, die ähnlich wie die Loop-Funktion funktioniert. Auch hier konnten eine oder mehrere Formen durch Tippen und Halten markiert und anschließend durch Tippen auf die dafür vorgesehene Schaltfläche kopiert werden. Durch anschließendes Tippen auf die gewünschte Position innerhalb der Zeichenfläche wurden die kopierten Teile dann ebendort eingefügt.

Obwohl diese Funktionen im Prototyp zuerst nicht angedacht waren, wurden sie im Zuge des Testens vor dem ersten Durchlauf für wichtig befunden. Die ProbandInnen sollten so mehr Zeit für die Wahl der richtigen Formen und Farben haben und sich weniger mit dem Zeichnen repetativer Formen beschäftigen müssen.

Die Werkzeuge innerhalb der Werkzeugleiste wurden im Laufe der durchgeführten Tests mehrmals angepasst. In Abschnitt 4.3 werden diese Anpassungen und die Gründe dafür beschrieben.

#### **Akustisches Feedback**

Es war auch im Prototyp unerlässlich, dass den ProbandInnen akustisches Feedback zu ihren Visualisierungen gegeben wird. Es war dementsprechend zu jeder Zeit möglich, die bisher gezeichneten Abschnitte abspielen zu lassen. Für diese Funktion wurde, wie oben beschrieben, in der Werkzeugleiste eine Schaltfläche zur Verfügung gestellt.

Um den ProbandInnen ihren aktuellen Stand vorspielen zu können, wurden die gezeichneten Abschnitte während des Experiments von Florian Pichler, mit dem das Experiment gemeinsam geplant und durchgeführt wurde, in *Logic Pro X* umgesetzt. Das Ziel war, dass zu jedem Zeitpunkt eine in der DAW repräsentative akustische Version der von den ProbandInnen gezeichneten Abschnitte bestand. Die Umsetzung in der DAW musste also auch dort mit dem Gezeichneten korrespondieren, wo die ProbandInnen aufgrund eines Fehlers Anpassungen (z. B. durch Entfernen und Neuzeichnen oder durch die Neupositionierung von bestehenden Formen) vorgenommen haben oder wo Abschnitte kopiert, verschoben oder geloopt wurden.

Außerdem sollten die ProbandInnen die Möglichkeit haben, einzelne Klangobjekte separat Probe zu hören. Wurde beispielsweise ein Klangobjekt *Strike* mit dem Material Metall (grauer Kreis) gezeichnet und auf einer bestimmten Tonhöhe platziert, und anschließend die Komposition abgespielt, das Klangobjekt aber in der Tonhöhe für nicht richtig befunden, so konnten die ProbandInnen das Objekt verschieben und anschließend durch einfaches Tippen darauf seine neue Tonhöhe probieren. Dadurch sollte das Finden des richtigen Tones, das oftmals mehrere Versuche braucht, vereinfacht bzw. beschleunigt werden.

#### **Optionen, die nicht im Prototyp enthalten sind**

Auf einige Optionen und Funktionen, welche die Applikation später bieten soll, wurde im Prototyp verzichtet. Das hat zum Großteil praktische Gründe; einige Optionen sind auf Papier schlichtweg nicht umsetzbar. Außerdem sollten die ProbandInnen bei der Evaluierung des Prototyps nicht überfordert werden, um so möglichst sinnvolle Ergebnisse zu erhalten, welche den Großteil der in dieser Arbeit zu evaluierenden Funktionen betreffen. Dazu gehören vor allem die durch Experiment 1 und 2 gefundenen Formen und die Wahl der vier Farben zu den Materialien. Zusätzlich sollte die Unterteilung in den vorgegebenen Raster auf ihre Eignung zur Verwendung in *DAS* getestet werden.

Auf Papier nicht umsetzbar, aber für die spätere Applikation von großer Relevanz, ist die zusätzliche Positionierung der Klangobjekte in einer dritten Dimension. Auf der z-Achse sollen die Objekte so positioniert werden können, wie sie der in der Komposition geplanten Distanz zu den HörerInnen entsprechen. Dazu soll den BenutzerInnen eine Möglichkeit gegeben werden, die Ansicht der Applikation umzuschalten, und die gesamte Komposition damit um 90° um die y-Achse zu drehen. So wird die z-Achse, welche die Entfernung repräsentiert, zur neuen x-Achse und die BenutzerInnen haben

die Möglichkeit, die Klangobjekte durch Links-Rechts-Verschieben im Raum zu positionieren. Jedes Klangobjekt kann dabei separat verschoben werden.

Ebenfalls für die spätere Applikation von großer Relevanz ist eine Zoom-Funktion, für die im Paper-Prototyp keine adäquate Lösung umgesetzt werden kann. Durch die klassischen Gesten Aufziehen oder Zusammenziehen mit zwei Fingern (Pinch), soll in der Software ein- bzw. ausgezoomt werden können. So können feinere Adaptionen an den Klangobjekten bzw. an deren Positionierung vorgenommen werden.

*DAS* soll zusätzlich eine Bearbeitung einzelner Klangobjekte erlauben, nachdem sie gezeichnet sind. Dazu gehören das nachträgliche Ändern der Farbe (respektive des Materials) oder die Adaption von Obertönen bzw. die Anwendung von Effekten. Auch die Positionierung in allen drei Achsen soll nach dem Zeichnen des Objektes noch verändert werden können. In der im Prototyp vorhandenen x- und y-Achse wurde das so ermöglicht, dass die ProbandInnen nicht direkt im Raster der Zeichenfläche zeichneten, sondern zum Zeichnen der gewünschten Formen kleinere Papier-Abschnitte zur Verfügung gestellt wurden, die sie dann anschließend im Raster so positionieren konnten, wie sie das wollten.

### 3.3.2 Setting des Experiments

Im folgenden Abschnitt wird der Ablauf beim Testen des Prototyps erklärt.

#### **Durchführungsort**

Der Ort der Durchführung wurde je nach ProbandIn angepasst und sollte für die jeweiligen TeilnehmerInnen möglichst leicht zu erreichen und möglichst komfortabel sein. Als Durchführungsorte wurden daher in erster Linie die Wohnungen der beiden Experimentsleiter gewählt. Mit einer Testperson wurde das Experiment in ihrem Büro durchgeführt.

#### **Aufbau**

Der vorbereitete Prototyp, bestehend aus der am Karton befestigten Zeichenfläche und der Schienenkonstruktion mit dem iPad-Rahmen, wurde auf einem ausreichend großen Tisch ausgelegt, sodass alle Bereiche der Zeichenfläche für die ProbandInnen angenehm zu erreichen waren. Die Stifte wurden neben der Zeichenfläche bereit gelegt. Ein Lautsprecher wurde so positioniert, dass die abgespielten Sounds für die ProbandInnen gut zu hören waren und mit dem Computer verbunden, auf dem in *Logic Pro X* die akustische Repräsentation des Gezeichneten mitentwickelt wurde. Es wurde darauf geachtet, dass die ProbandInnen bequem zeichnen und das Gezeichnete auch auf Wunsch jederzeit hören konnten.

#### **Ablauf**

Die ProbandInnen wurden begrüßt und es wurden ihnen der folgende Ablauf erklärt. Dazu gehörte eine Erklärung der geplanten Funktionen von *DAS* und der Sinn von *DAS* im Allgemeinen. Außerdem wurde ein kurzer Rückblick über die bisherigen Experimente und deren Ergebnisse (die vor allem für die im Prototyp zu verwendenden Formen und Farben relevant sind) gegeben. Den ProbandInnen wurden die Formen, respektive Anregungsarten, und die Farben, respektive Materialien, anhand von Beispielen erklärt und diese Beispiele wurden auch akustisch vorgespielt.

Anschließend wurde den TeilnehmerInnen das Musikstück vorgespielt, das sie mithilfe des Prototyps von *DAS* nachzeichnen sollten. Das Musikstück wurde in jedem Fall einmal ganz durchgespielt und konnte von den ProbandInnen auf Wunsch anschließend noch weitere Male angehört werden. Auch nachdem die TeilnehmerInnen mit dem Zeichnen begonnen hatten, konnten sie auf Wunsch jederzeit das gesamte Musikstück oder Teile daraus anhören, um ihre Komposition mit dem Zielergebnis vergleichen zu können.

Die ProbandInnen sollten den Prototyp möglichst so verwenden, wie sie später auch die Applikation am iPad verwenden würden. Das heißt, dass beispielsweise mit einem Tippen auf eine bestimmte Schaltfläche eine damit verbundene Aktion ausgelöst wird, die dann vom Leiter des Experiments ausgeführt wurde. Wurde also beispielsweise die Werkzeugleiste durch Tippen auf die dafür vorgesehene Schaltfläche eingeblendet, so wurde ebendieser Vorgang vom Experimentsleiter erst dann durchgeführt, wenn die ProbandInnen die Aktion ausgeführt hatten. Auch das Auswählen einer der vier Farben für ein bestimmtes Material sollte durch Tippen auf die dafür implementierten Schaltflächen passieren und die ProbandInnen sollten nicht einfach selbst zum Stift greifen, wenn sie eine Farbe wechseln wollten. Nur so konnten die in der Applikation vorgesehenen Abläufe sinnvoll getestet werden.

Wollten die TeilnehmerInnen ihre bisherige Komposition zu irgendeinem Zeitpunkt anhören, so konnten sie das ebenfalls mit einer dafür vorgesehenen *Play*-Schaltfläche tun. Die *Logic*-Version wurde dann am Computer abgespielt. Gewisse zeitliche Unterschiede zwischen der Aktion der ProbandInnen im Prototyp und der darauffolgenden Reaktion waren aufgrund der sich dazwischen befindlichen menschlichen Komponente nicht zu verhindern, sollten aber möglichst gering gehalten werden, um den ProbandInnen ein realistisches Nutzungsgefühl zu geben.

Sobald die ProbandInnen von sich aus fertig waren, oder die maximale Zeit zur Durchführung erreicht wurde (siehe unten), wurde das Experiment beendet. Die ProbandInnen konnten sich noch ein letztes Mal ihre Komposition anhören. Anschließend beantworteten sie in einem kurzen Fragebogen Fragen zur Durchführung und zu ihrer musikalischen Vorbildung (analog zu den Experimenten 1 und 2, siehe Appendix C).

#### **Durchführungszeit**

Grundsätzlich sollte den ProbandInnen möglichst viel Zeit zur Komposition gegeben werden. Es wurde davon ausgegangen, dass die Vorgehensweise bei der Komposition in *DAS* für alle TeilnehmerInnen neu ist und daher eine gewisse Eingewöhnungszeit nötig war, um sich mit den zur Verfügung stehenden Werkzeugen und Möglichkeiten anzufreunden.

Trotzdem sollte im Sinne der bestmöglichen Evaluierung eine gewisse Gesamtzeit nicht überschritten werden. Diese Zeit wurde ab dem Zeitpunkt des ersten Zeichnens (nach der Erklärung des Experiments und dem, eventuell mehrmaligen, Vorspielen des vorgegebenen Musikstückes) gemessen und sollte maximal eine Stunde betragen. Die Zeit wurde im Selbsttest vor der Durchführung mit dem/der ersten ProbandIn ermittelt und für sinnvoll befunden.

Sollten ProbandInnen nach dieser Stunde das vorgegebene Musikstück nicht vollständig oder nicht zu ihrer vollständigen Zufriedenheit nachkomponiert haben, wurde das Experiment trotzdem beendet. Wenn die Komposition schon zu einem früheren Zeitpunkt für den/die ProbandIn zufriedenstellend fertig gestellt wurde, so konnte das Experiment auch schon früher beendet werden. Die Zeit, die der/die ProbandIn zur Durchführung brauchte, wurde vom Experimentsleiter dokumentiert.

#### **Vorgegebenes Musikstück**

Wie angesprochen, sollte ein zu diesem Zweck angefertigtes kurzes Musikstück von den ProbandInnen mithilfe des Paper-Prototyps nachempfunden werden. Dieses Stück wurde von Florian Pichler komponiert und enthält Sounds zu den vier Anregungsarten in unterschiedlichen Materialqualitäten. Die Sounds dazu wurden in *Logic Pro X* mithilfe des bereits angesprochenen *Sculpture*-Software-Synthesizers entwickelt und mit weiteren Plugins zur Anwendung von Filterkurven, Hinzufügen von Delays und Reverbs, etc. angepasst.

Das Musikstück war vier Takte lang und im 4/4-Takt mit 80 bpm (Schlägen pro Minute) komponiert. Es wurden fünf verschiedene Klangqualitäten verwendet, mit denen ebenso viele Melodien gespielt werden, die in Tabelle 3.2 aufgelistet sind. Abbildung 3.5 zeigt das vorgegebene Musikstück klassisch notiert.

Beim Zeichnen von Sounds einer bestimmten Anregungsart und eines bestimmten Materials wurden diese mit den gleichen Synthesizer-Einstellungen und Effekten wie in der Vorgabe kreiert. Die ProbandInnen mussten sich also beim Testen lediglich über Anregungsart und Material Gedanken machen, nicht jedoch über zusätzliche Klangparameter. Außerdem konnten so die unterschiedlichen Anregungsart-Material-Kombinationen ausprobiert und direkt mit dem vorgegebenen Musikstück verglichen werden.

The musical score consists of five staves, each representing a different instrument or action:

- Schlagen Glas:** The top staff, featuring a melody with four numbered phrases (1, 2, 3, 4) and a final note.
- Zupfen Metall:** The second staff, showing sparse accompaniment with some notes and rests.
- Streichen Glas:** The third staff, featuring a single sustained note.
- Blasen Holz:** The fourth staff, showing sparse accompaniment with some notes and rests.
- Schlagen Plastik:** The bottom staff, featuring a rhythmic accompaniment with notes and rests.

Abbildung 3.5. Das im Prototyp nachzuzeichnende Musikstück klassisch notiert.

### Evaluierung

Zur Evaluierung der Ergebnisse dieses Prototyps wurde zusätzlich zur Auswertung der gezeichneten Komposition und ihrer Korrektheit im Bezug auf Tonhöhen, Timings, Anregungsarten und Materialien, ein Fragebogen verwendet, der von den ProbandInnen nach dem Testen des Prototyps ausgefüllt wurde.

Dieser Fragebogen enthielt Fragen zu den Funktionen des Prototyps und der subjektiven Einschätzung der ProbandInnen, wie sie diese Funktionen genutzt haben. Die Fragen und ihre Ergebnisse werden in Abschnitt 4.3 dargestellt.

Zusätzlich wurden zur späteren Analyse alle Tests auf Video aufgezeichnet. So konnte sich der Experimentsleiter im Laufe des Experiments vollständig auf die ProbandInnen und deren Interaktion mit dem Prototyp sowie deren Fragen konzentrieren. Die Videos wurden anschließend ausgewertet und vor allem hinsichtlich folgender Punkte analysiert:

- Welche Fragen hat der/die ProbandIn während des Experiments gestellt?
- Wie oft hat sich der/die ProbandIn das Original-Musikstück angehört? Wie oft seine/ihre eigene Komposition?
- Wie viele Adaptionen hinsichtlich der Wahl der richtigen Anregungsart und des richtigen Materials wurden gemacht?
- Wie lange benötigte der/die ProbandIn zur Findung der richtigen Tonhöhen und des richtigen Timings? Wie wurde dabei vorgegangen?

*Tabelle 3.2.* Anregungsarten, Materialien und Melodien des für den Prototyp nachzuzeichnenden Musikstückes.

Nr.	Anregungsart	Material	Melodie
1	Strike	Plastik	gleicher Ton ( $f^2$ ), als Viertelnoten über alle vier Takte rhythmisch wiederholt
2	Strike	Glas	$a^4$ , $f^4$ , $b^4$ , ein Mal wiederholt und am Ende des vierten Taktes mit $c^5$ abgeschlossen
3	Pick	Metall	zwei absteigende Tonfolgen $f^4$ , $eb^4$ und $c^4$ bzw. $c^4$ , $b^3$ und $f^3$ , jeweils am Ende von Takt 2 und Takt 4
4	Bow	Glas	zwei Ganztöne über Takt 1 und 2, aufsteigend, $f^3$ auf $b^3$ , <i>legato</i> gespielt
5	Blow	Holz	drei Töne in unterschiedlicher Länge, $a^3$ , $f^4$ und $eb^4$ , <i>non legato</i> gespielt

- Wie ist das grundsätzliche Verhalten beim Testen des Prototyps zu bewerten? War der/die ProbandIn sehr nervös oder angespannt?
- Wie lange hat der/die ProbandIn zum Zeichnen der gesamten Komposition gebraucht?
- Welche Teile waren für den/die ProbandIn einfacher bzw. welche waren schwieriger zu zeichnen?
- Wo wurden Dinge in der Applikation für den/die ProbandIn nicht so gelöst, wie er/sie es sich erwartet hätte?

Zur bestmöglichen Evaluierung wurden die ProbandInnen außerdem gebeten, möglichst all ihre Aktionen beim Testen des Prototyps zu kommentieren. So konnten die Experimentsleiter einerseits dort, wo eine Reaktion erforderlich war, schnellstmöglich reagieren (beispielsweise bei der Anpassung der MIDI-Repräsentation in der DAW oder bei der Anzeige der Werkzeugleiste bzw. der Auswahl einer neuen Farbe), und es konnten auf der anderen Seite die Reaktionen der ProbandInnen auf bestimmte Ereignisse besser beobachtet werden. Auch konnten die Erwartungen der ProbandInnen hinsichtlich der Funktion des Prototyps und eventuell unerfüllte Erwartungen besser analysiert und dokumentiert werden.

### 3.3.3 Iterativer Verbesserungsprozess

Der Prototyp wurde nach jedem Durchlauf analysiert und fallweise angepasst bzw. verbessert. Es arbeiteten also nicht alle ProbandInnen mit der gleichen Version des Prototyps. Anpassungen fanden vor allem bei der Darstellung des Rasters und der verfügbaren Werkzeuge statt. Alle Veränderungen und zu welchem Zeitpunkt sie stattgefunden haben, werden in Abschnitt 4.3 genau beschrieben.

Mithilfe dieses iterativen Verbesserungsprozesses sollten Anpassungen gleich getestet werden. So konnte auch festgestellt werden, ob diese Anpassungen eventuell nur für die jeweilige Person sinnvoll sind, in der gesamten Applikation aber dann doch keine Verwendung finden sollten.

## 4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus den drei Experimenten erläutert. Dabei waren neben den Gesamtergebnissen, also wie viele Personen welche Form gezeichnet (Experiment 1) bzw. ausgewählt (Experiment 2) haben, auch die nach musikalischen Gruppen kategorisierten Ergebnisse relevant. In allen drei Experimenten wurden diese Gruppen mithilfe von drei Fragen zur musikalischen Ausbildung bzw. zum musikalischen Vorwissen ermittelt.

Die Bedeutung der hier vorgestellten Ergebnisse und die daraus folgenden Schlüsse für die weitere Entwicklung werden in Kapitel 5 diskutiert.

### 4.1 Experiment 1: Freies Zeichnen der vier Anregungsarten

Im ersten Experiment wurden den ProbandInnen, wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, zehn Sounds vorgespielt, die sie anschließend frei zeichnen sollten.

#### 4.1.1 Auswertung

Die beim Experiment verwendeten Fragebögen mit den Zeichnungen der ProbandInnen wurden zur Auswertung eingescannt. Alle Visualisierungen zu einem Sound wurden anschließend zusammengefasst, um sie besser vergleichen zu können. So zeigten sich auch bestimmte Muster in den Antworten und es konnten ähnliche Visualisierungen (z. B. Kreise oder kreisähnliche Formen) zusammengefasst werden.

Zusätzlich wurden die Antworten auf die Fragen zur Person in *Google Forms* gesammelt, um eine einfache Auswertung der demographischen Verteilung der TeilnehmerInnen zu ermöglichen.

#### 4.1.2 Demographische Merkmale der TeilnehmerInnen

Es haben 32 ProbandInnen in insgesamt vier Durchgängen am ersten Experiment teilgenommen. Davon waren 43,8 Prozent weiblich und 56,2 Prozent männlich. Bei der Auswahl der ProbandInnen wurde auf die geplante Zielgruppe für *DAS* Rücksicht genommen (siehe Abschnitt 1.1.1), was sich auch in der Altersverteilung widerspiegelt. 7 TeilnehmerInnen waren 23 Jahre alt oder jünger, 20 TeilnehmerInnen zwischen 24 und 34 Jahre alt und 5 TeilnehmerInnen älter als 35 Jahre.

### 4.1.3 Einzelergebnisse der Sounds

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den zehn verwendeten Sounds beschrieben. Wie in Abschnitt 4.1.1 erwähnt, wurden die Zeichnungen der 32 ProbandInnen dazu in einem Bild zusammengefasst, einander gegenübergestellt und gleiche bzw. ähnliche Visualisierungen gruppiert. Diese Kategorisierung ist vom Auswertenden subjektiv geprägt und müsste für mehr Objektivität durch mehrere unabhängige Personen bestätigt werden. Für dieses Experiment wurde darauf verzichtet, v. a. da dieser Schritt hauptsächlich als Vorarbeit zur Findung der Antwortmöglichkeiten für Experiment 2 dienen sollte.

Die gezeichneten Formen verbal zu beschreiben ist schwierig und es wird deshalb versucht, die Beschreibungen so gut wie möglich mit Abbildungen zu unterstützen. Wird von *offenen Formen* gesprochen, so sind jene Formen gemeint, die beliebig lang weiter gezeichnet werden könnten und einen definierten Anfangs- und Endpunkt haben, also z. B. Linien (gerade, gewellt, gezackt, ...). *Geschlossene Formen* haben im Gegensatz dazu keinen definierten Anfangs- und Endpunkt, dazu gehören z. B. Kreise, Vierecke, Dreiecke, etc.

#### 1 – Bow, Einzelton

Erwartet wurden hier längliche, offene Formen, die dem offenen Charakter des Streichertons gerecht werden. 30 Abbildungen entsprachen dieser Erwartung und stellten Formen mit einem definierten Anfang und Ende dar. Zwei Personen entschieden sich für eine Darstellung mit einer geschlossenen Form. Die am häufigsten gezeichneten Formen waren Wellenlinien mit 40,63 Prozent bzw. Bögen mit 31,25 Prozent. Die Zahl und Größe der Wellen variierte dabei.

Bei der Darstellung als Bogen gab es keine eindeutige Tendenz bezüglich der Richtung (nach oben bzw. nach unten gebogen) oder bezüglich der Drehung des Bogens (definiert durch unterschiedliche y-Werte für die beiden Endpunkte, Abbildung 4.1 macht diesen Unterschied deutlich). Für sechs ProbandInnen entsprach dieser Sound auf visueller Ebene am ehesten einer geraden Linie. Abbildung 4.2 zeigt Beispiele für diese drei am häufigsten vorkommenden Visualisierungen.

#### 2 – Blow, Einzelton

Auch hier wurden aufgrund des Charakters des Sounds offene Formen erwartet. 15 ProbandInnen zeichneten allerdings geschlossene Formen, am beliebtesten war hierbei ein Kreis oder kreisähnliches Objekt. Für 10 TeilnehmerInnen war für diesen Sound eine gerade Linie die intuitiv passende Form und 5 weitere entschieden sich für eine Röhre oder ein breites Rechteck.

Interessant war auch die Darstellung als Trichter/Trapez, die von 5 TeilnehmerInnen gewählt wurde, einmal sogar als vergleichsweise detailgetreues Megaphon. Es gab große

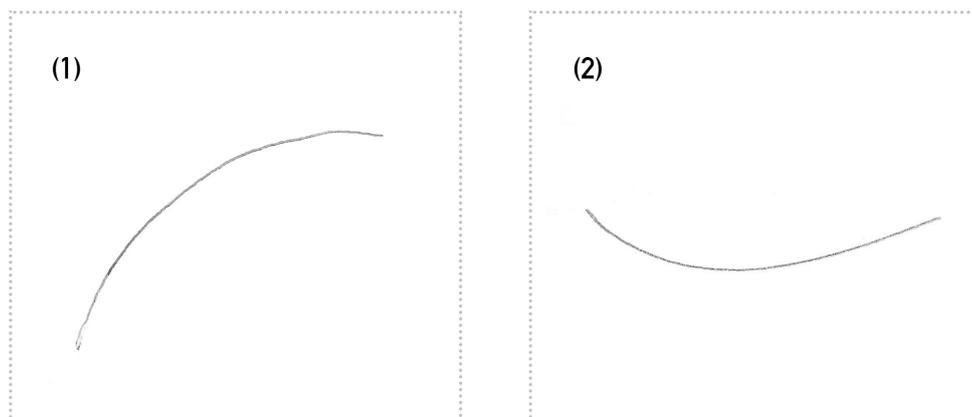


Abbildung 4.1. Unterschiedliche Bogenformen, gedreht (1) bzw. nicht gedreht (2), nach oben (1) bzw. nach unten gebogen (2).

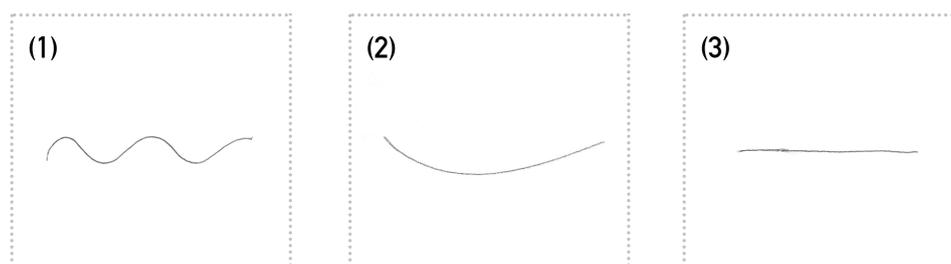


Abbildung 4.2. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Bow*, *Einzelton*: (1) Wellenform, (2) Bogen, (3) gerade Linie.

Unterschiede in den Darstellungen, am ehesten drängt sich die gerade Linie mit 31,25 Prozent als “Gewinner” auf.

Abbildung 4.3 zeigt erneut Beispiele für die drei am häufigsten gewählten Formen. Die Form in der Mitte (2) ist ein Beispiel dafür, wie komplexere Formen bei der Auswertung auf ihre Grundform reduziert wurden, um eine bessere Gruppierung zu ermöglichen. Diese Form wurde beispielsweise der Gruppe der Kreise oder kreisähnlichen Objekte zugeordnet.

### 3 – Pick, Einzelton

Es folgen mit *Strike* und *Pick* jene Anregungsarten, die aufgrund der einmaligen Anregung und anschließenden Abklingphase eher als *geschlossen* zu bezeichnen wären. Für die Anregungsart *Pick* wurde ein Dreieck bzw. eine dreieckähnliche Form erwartet.

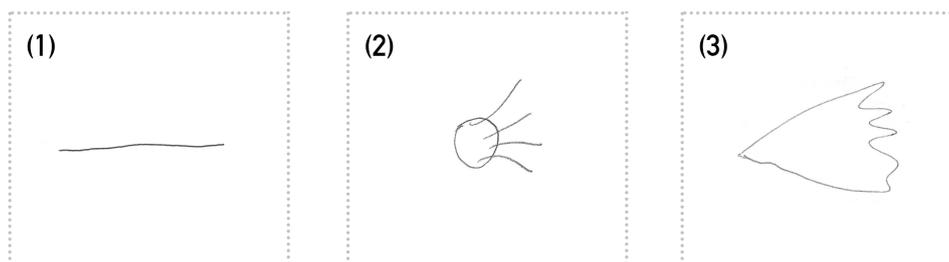


Abbildung 4.3. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Blow*, *Einzelton*:  
(1) gerade Linie, (2) Kreis, (3) Trichter.

Diese Form zeichneten 12 TeilnehmerInnen, wobei nur drei davon ein geschlossenes Dreieck als passende Visualisierung empfanden. Die anderen 9 Personen zeichneten eine offene Form, also eine Spitze, wie in Abbildung 4.4 zu erkennen. Sieben TeilnehmerInnen zeichneten die Spitze dabei nach unten und fünf nach oben. Kein/e TeilnehmerIn entschied sich für die Darstellung mit der Spitze nach rechts oder links.

Mit 9 Personen empfand mehr als ein Viertel der Befragten die Darstellung als Punkt bzw. Kreis für intuitiv richtig. Eine gebogene Linie wurde von sechs Befragten als Form gewählt, die restlichen Abbildungen zeigten verschiedene und nicht in einer Kategorie zusammenfassbare Formen.

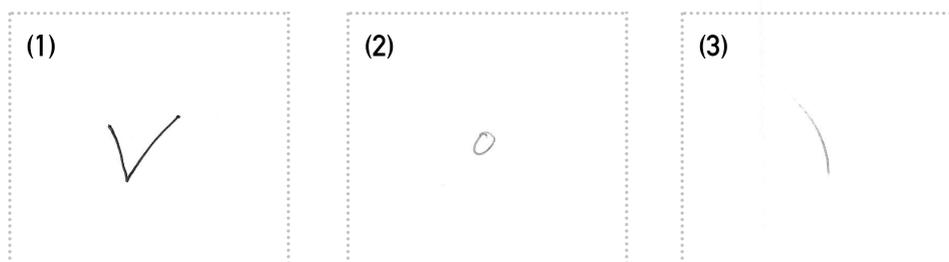


Abbildung 4.4. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Pick*, *Einzelton*:  
(1) Dreieck (in diesem Fall offen), (2) Kreis/Punkt, (3) gebogene Linie.

#### 4 – Strike, Einzelton

Für diese Anregungsart wurde vor der Durchführung der Experimente am ehesten eine “richtige” Visualisierungsform definiert, nämlich ein Kreis bzw. Punkt. Mit 53,13 Prozent entschied sich auch mehr als die Hälfte der Befragten für diese Darstellung.

Sieben TeilnehmerInnen zeichneten zu diesem Sound eine kurze Linie und drei weitere

eine T-Form (zwei zueinander im rechten Winkel stehende Linien, wobei die vertikale Linie die horizontale Linie in deren Mitte berührt, siehe Abbildung 4.5, (3)). Zwei Personen zeichneten das T dabei mit der horizontalen Linie oberhalb der vertikalen Linie, eine Person anders herum.

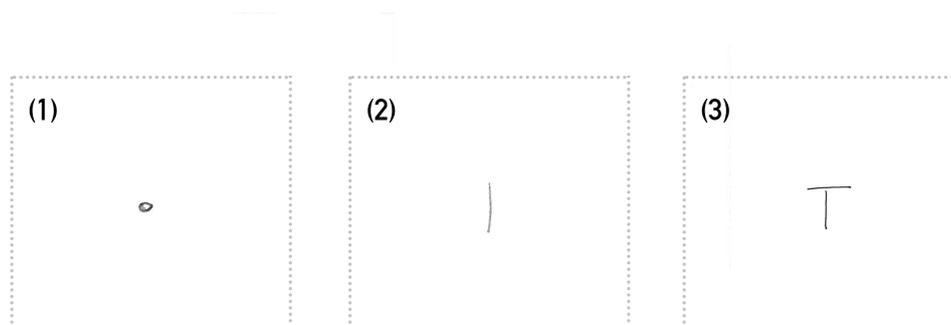


Abbildung 4.5. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Strike*, *Einzelton*: (1) Kreis/Punkt, (2) kurze Linie (Richtung und Lage variabel), (3) T-Form.

## 5 – Bow, Akkordzerlegung, non legato

31 Personen zeichneten für die Akkordzerlegung, die aus einer aufsteigenden Tonfolge besteht, wie erwartet von links nach rechts aufsteigende Formen, eine Person entschied sich für eine gänzlich abstrakte Darstellung mit der Zahl 3. 84,38 Prozent der TeilnehmerInnen zeichneten trotz der *non legato* gespielten Tonfolge eine in den Einzelteilen miteinander verbundene Form und nur vier ProbandInnen zeichneten drei voneinander unabhängige Einzelformen (der Unterschied ist in Abbildung 4.6 zwischen (2), nicht verbunden und (1) bzw. (3), verbunden, zu erkennen).

Am beliebtesten war die Darstellung als gerade Linien (15 Mal), wobei die Verbindung der für die drei Töne stehenden horizontalen Linien in sechs Fällen zu einer Stufenform führte. Vier Personen zeichneten drei in sich bereits aufsteigende Linien, die entweder durch fallende Linien oder durch Kreise (nur eine Person) miteinander verbunden wurden.

Nur 12 von 32 TeilnehmerInnen, also weniger als die Hälfte, zeichneten die gleiche oder eine zumindest in weiten Teilen ähnliche Form wie bei Sound 1 (Bow, Einzelton).

## 6 – Bow, Akkordzerlegung, legato

Wieder zeichneten 31 Personen von links nach rechts aufsteigende Formen. 29 verbanden die drei Einzelteile der Form, wie aufgrund der *legato* gespielten Tonfolge erwartet. In diesem Fall entschied sich der Hauptteil der ProbandInnen (59,38 Prozent) für eine Darstellung mit Bogen-Formen und nur noch vier Personen wählten eine Darstellung

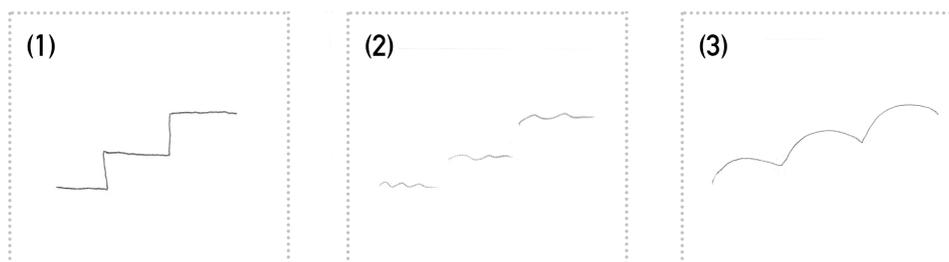


Abbildung 4.6. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Bow*, *Akkordzerlegung*, *non legato*: (1) gerade Linien, (2) Wellen/Zacken, (3) Bögen.

mit geraden Linien, wobei auch hier die Übergänge zwischen den Tönen beispielsweise mit Bögen (wie in Abbildung 4.7 (2) zu erkennen) visualisiert wurden.

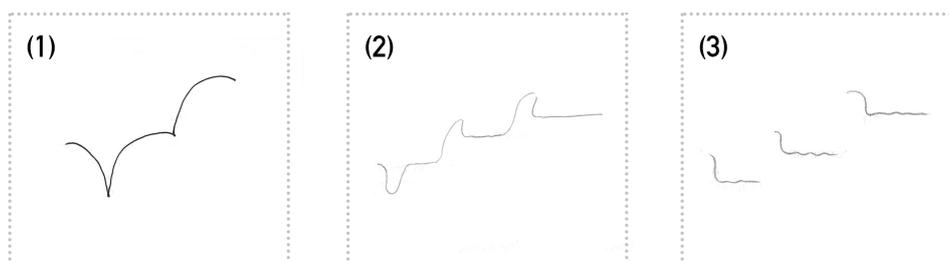


Abbildung 4.7. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Bow*, *Akkordzerlegung*, *legato*: (1) Bögen, (2) gerade Linien, (3) Wellen.

## 7 – *Blow*, *Akkordzerlegung*, *legato*

Die aufsteigende Form wurde auch bei diesem Sound, wie erwartet, vom Großteil der ProbandInnen beibehalten. Bei 7 der 32 Zeichnungen ist jedoch keine eindeutig aufsteigende Form zu erkennen. Weitere 7 TeilnehmerInnen griffen auf gerade Linien zur Darstellung dieser Anregungsart in einer Akkordzerlegung zurück.

Mit 14 Personen entschied sich hier der Großteil für eine Darstellung mit Bogen- oder bogenähnlichen Formen. Nur fünf TeilnehmerInnen zeichneten die im Vorhinein definierte Schleifen-Form bzw. eine dazu ähnliche Form, die aus miteinander verbundenen Kreisen besteht (siehe Abbildung 4.8 (3)).

29 TeilnehmerInnen zeichneten drei miteinander verbundene Einzelformen, wie es bei *legato* erwartet wurde. Ein Vergleich mit den Abbildungen bei Sound 2 (*Blow*, Einzelton) zeigt, dass viele TeilnehmerInnen bei drei aufeinander folgenden Tönen ihre

ursprünglich gewählte Form für den Einzelton verwarfen und stattdessen auf andere Formen zurückgriffen. So gab es nur sieben ProbandInnen, die relativ eindeutig die gleiche Form gewählt haben, die sie auch beim Einzelsound für richtig empfunden haben.

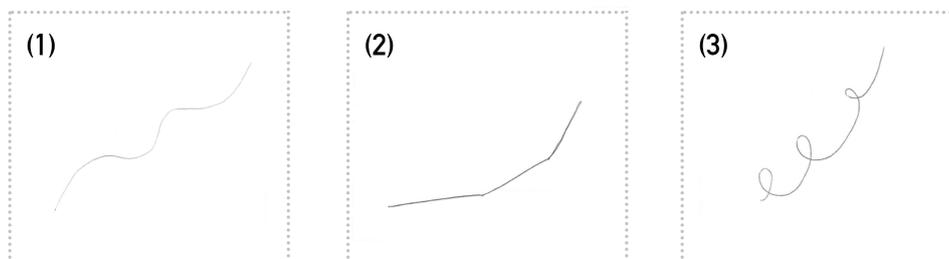


Abbildung 4.8. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Blow*, *Akkordzerlegung*, *legato*: (1) Bögen, (2) gerade Linien, (3) Schleifen.

## 8 – Blow, Akkordzerlegung, non legato

Wie beim Sound für die Anregungsart *Bow* wurde auch hier erwartet, dass bei der *non legato* gespielten Tonfolge drei Einzelformen, die nicht miteinander verbunden sind, gezeichnet würden. Das traf allerdings nur auf 7 der 32 Zeichnungen zu. Aufsteigende Formen waren auch hier, wie schon bei den anderen Sounds mit Tonfolgen, in der Überzahl.

Auffallend ist, dass sich die Abbildungen nun in den meisten Fällen nur noch sehr schwach von jenen bei Sound 7 unterschieden, teilweise sogar gleich waren. Der Unterschied bei den *legato* bzw. *non legato* gespielten *Blow*-Sounds war schlechter zu hören als bei den gleichen *Bow*-Sounds. Wieder wurden hauptsächlich gerade Linien, Bögen und Kreis- bzw. Schleifen-Formen gezeichnet, hier stach jedoch keine Form besonders heraus (keine der Formen wurde von zehn oder mehr Personen gezeichnet).

## 9 – Pick, Akkordzerlegung, non legato

Für diesen Sound wählten zehn Personen eine Darstellung mit Dreiecken (offen oder geschlossen, wie beim Einzelsound 3 beschrieben). Ebenso viele TeilnehmerInnen empfanden drei Punkte bzw. Kreise als die intuitiv richtige Visualisierung für die Akkordzerlegung der Anregungsart *Pick*. Sechs Mal wurden außerdem gerade Linien gezeichnet, die dabei allerdings nicht mehr zwingend horizontal (wie es bei *Bow* und *Blow* hauptsächlich der Fall war), sondern in zwei Fällen auch vertikal gezeichnet wurden (siehe Abbildung 4.10 (3)).

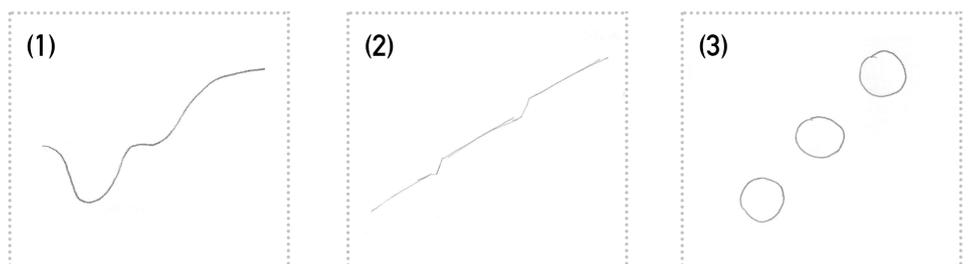


Abbildung 4.9. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Blow*, *Akkordzerlegung*, *non legato*: (1) Bögen, (2) gerade Linien, (3) Kreise.

Einig waren sich fast alle ProbandInnen erneut bei der Zeichnung als aufsteigende Tonfolge, nur bei 3 der 32 Zeichnungen ist kein eindeutiger räumlicher Anstieg zu erkennen. Bei dieser Anregungsart ist die Trennung der einzelnen Töne akustisch offensichtlich deutlicher zu erkennen, weshalb drei Viertel der Befragten drei voneinander getrennte Formen zeichneten.

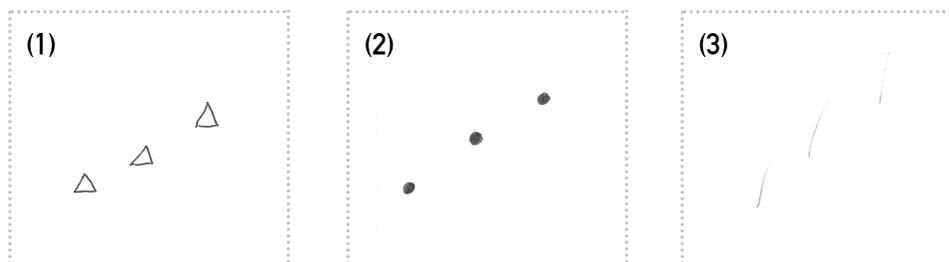


Abbildung 4.10. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Pick*, *Akkordzerlegung*, *non legato*: (1) Dreiecke, (2) Kreise, (3) gerade Linien.

## 10 – Strike, Akkordzerlegung, non legato

Bei diesem Sound zeichneten 37,5 Prozent der ProbandInnen Kreise bzw. Punkte. Beim Einzelton waren es noch mehr als die Hälfte der Befragten, die sich für diese Darstellung entschieden. Für acht Befragte waren die intuitiv richtigen Formen in diesem Fall gerade Linien, wobei fünf davon die Linien vertikal zeichneten (wie in Abbildung 4.11 (2) zu sehen) und die anderen drei sich für eine horizontale Darstellung entschieden.

Über 84 Prozent (entspricht 27 Personen) der ProbandInnen zeichneten hier drei voneinander getrennte Formen, das ist die höchste Zahl bei allen Akkordzerlegungen. Weiters zeichneten alle ProbandInnen bis auf eine/n eindeutig räumlich aufsteigende

Formen, die der aufsteigenden Tonfolge entsprechen.

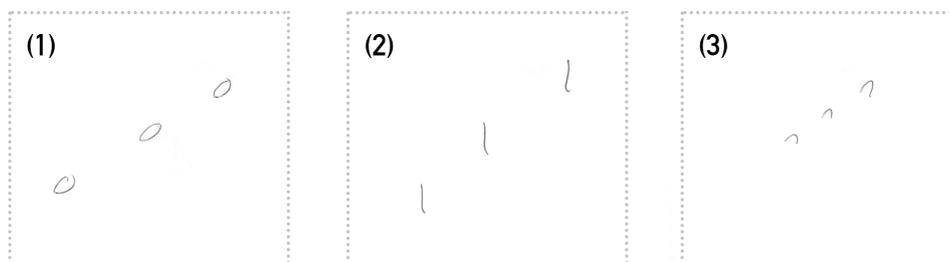


Abbildung 4.11. Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu *Strike*, *Akkordzerlegung*, *non legato*: (1) Kreise, (2) gerade Linien, (3) gebogene Linien.

### 4.1.4 Auswertung der musikalischen Gruppen

Die Fragen nach der musikalischen Vorbildung, die der Fragebogen enthielt, ermöglichten eine Einteilung der ProbandInnen in vier vorher definierte musikalische Gruppen (in Abschnitt 3.1.2 beschrieben). Die musikalischen Gruppen waren wie in Abbildung 4.12 dargestellt verteilt. Bei der Einteilung wurde wie folgt vorgegangen:

- Personen, welche die Frage nach einer musikalischen Ausbildung mit *ja* beantwortet haben, zählen zu Gruppe 1.
- Personen, welche die Frage nach der Fähigkeit, Noten zu lesen mit *ja*, die Frage nach einer musikalischen Ausbildung aber mit *nein* beantwortet haben, zählen zu Gruppe 2 – *können Noten lesen*.
- Personen, die nur die Frage nach dem Spielen eines oder mehrerer Instrumente mit *ja* beantwortet haben, zählen zu Gruppe 3 – *spielen ein oder mehrere Instrumente*.
- Personen, die keine der drei Fragen mit *ja* beantwortet haben, zählen zu Gruppe 4 – *ohne Vorkenntnisse*.

Das heißt, dass Personen mit musikalischer Ausbildung sehr wohl auch Noten lesen können und ein oder mehrere Instrumente spielen (trifft auf alle ProbandInnen dieser Gruppe zu), demzufolge können 65,63 Prozent aller ProbandInnen Noten lesen. Ebenso spielen 12 der 13 Personen aus der Gruppe “*können Noten lesen*” auch ein oder mehrere Instrumente.

Es sollte nun herausgefunden werden, ob die VertreterInnen derselben musikalischen Gruppe eher ähnliche Formen gezeichnet haben oder ob die Visualisierung der gegebenen Sounds als von musikalischen Vorkenntnissen unabhängig anzusehen ist. Dazu

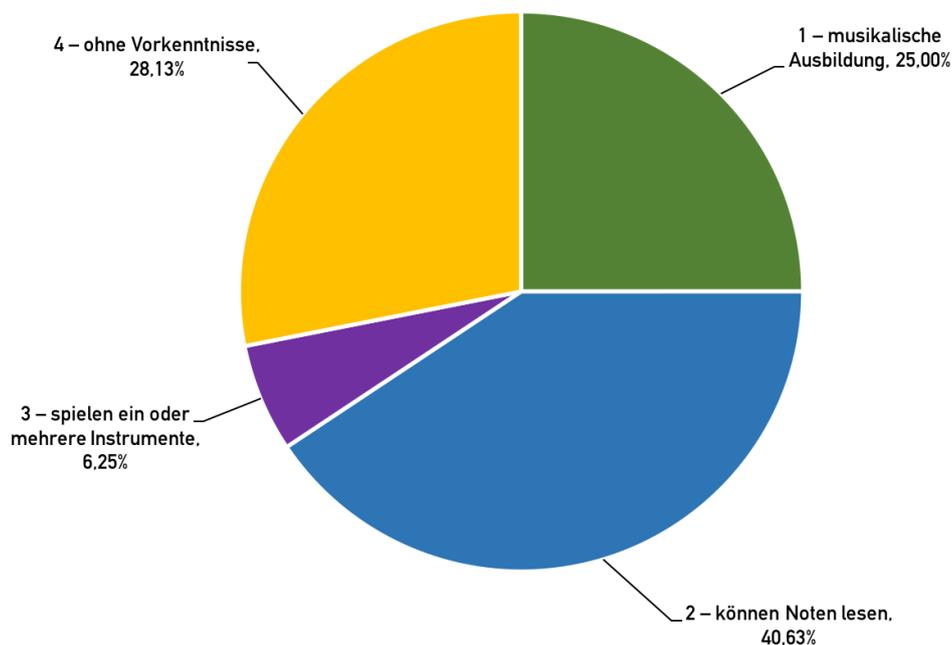


Abbildung 4.12. Die Verteilung der vier definierten musikalischen Gruppen in Experiment 1.

wurden die Zeichnungen erneut nach Sounds und zusätzlich nach den musikalischen Gruppen gruppiert und verglichen. Die Ergebnisse sind im Folgenden wieder nach den Sounds aufgelistet. Zur Vereinfachung werden die Gruppen nur noch mit ihren Nummern (1–4), wie in Abbildung 4.12 bezeichnet.

### 1 – Bow, Einzelton

Gruppe 1 zeigte keine eindeutige Tendenz zu einer bestimmten Abbildungsart, drei Personen entschieden sich für eine Bogen- und ebenfalls drei Personen für eine Wellenform. Die restlichen zwei Personen zeichneten gerade Linien.

Mit 13 Personen ist Gruppe 2 die größte der vier Gruppen. 8 davon, und das entspricht immerhin 61,5 Prozent, wählten für diesen Sound eine Wellen- bzw. Zackenform. In den Gruppen 3 und 4 sind wiederum keine Tendenzen zugunsten einer bestimmten Form zu erkennen.

### 2 – Blow, Einzelton

Bei diesem Sound wurden in Gruppe 1 sechs gerade Formen gezeichnet, wobei zwei Personen gerade Linien zeichneten und die restlichen vier Flächen (Rechtecke bzw. Röhren). Auffällig ist bei Gruppe 2 die Wahl eher geschlossener Formen (9 von 13).

Beide Personen aus Gruppe 3 entschieden sich für gerade Linien zur Darstellung dieses Sounds, in Gruppe 4 ist hingegen keine eindeutige Tendenz zu einer Darstellungsform zu erkennen.

### **3 – Pick, Einzelton**

Hier zeichneten alle Personen aus Gruppe 1 als geschlossen anzusehende Formen (dazu zählen auch offene Dreiecke), wobei vier Dreiecke und ein Pfeil nach unten gezeichnet wurden, das sind mehr als die Hälfte der Befragten dieser Gruppe. Alle Dreiecke wurden hier mit der Spitze nach unten gezeichnet. Weniger einig waren sich die ProbandInnen aus Gruppe 2, hier stach keine Form heraus. Die beiden ProbandInnen aus Gruppe drei zeichneten völlig unterschiedliche Formen, eine/r entschied sich für eine geschlossene und der/die andere für eine offene Form, ebenso konnte keine klare Präferenz in Gruppe 4 erkannt werden.

### **4 – Strike, Einzelton**

Bei dieser Anregungsart wurden die größten Ähnlichkeiten in den gezeichneten Formen festgestellt. Wie oben beschrieben entschied sich mehr als die Hälfte aller Befragten für die Darstellung als Punkt oder Kreis, dazu gehörten auch die Hälfte aller Personen aus Gruppe 1 (4), fünf Personen aus Gruppe 2, eine Person aus Gruppe 3 und fünf Personen aus Gruppe 4.

### **5 – Bow, Akkordzerlegung, non legato**

Zusätzlich zu den Formen selbst war bei den Melodien (Akkordzerlegungen) auch die Frage nach der Positionierung (aufsteigende Tonfolge) und der Verbindung der Formen (*legato* bzw. *non legato*) interessant. Alle Personen aus Gruppe 1 zeichneten dreiteilige, aufsteigende Formen, und zwar gerade Linien (4 Personen), Wellen (3) und Bögen (1). Fünf Personen verbanden die Formen miteinander und drei zeichneten sie nicht verbunden.

In Gruppe 2 fand sich die vorher erwähnte eine Person, die keine aufsteigende Form, sondern eine gänzlich abstrakte Darstellung wählte. Von den restlichen Personen aus dieser Gruppe zeichneten alle bis auf eine die Form verbunden. Hier wurden die meisten Bögen gezeichnet (5 Personen, entspricht 38,5 Prozent).

Ein Vergleich mit dem in Sound 1 abgefragten Einzelton zur Anregungsart *Bow* zeigt, dass 5 Personen aus Gruppe 1 (mehr als die Hälfte) hier die gleiche oder eine sehr ähnliche Form wie in Sound 1 für den Dreiklang wählten. In Gruppe 2 taten das weniger als die Hälfte der Befragten, in Gruppe 3 eine der zwei befragten Personen und in Gruppe 4 nur drei Personen (33 Prozent). Abgesehen von der, aufgrund der geringen Zahl an ProbandInnen, wenig repräsentativen Gruppe 3 könnte man sagen,

dass Personen mit mehr musikalischen Vorkenntnissen eher die gleiche oder eine sehr ähnliche Form wie beim Einzelton derselben Anregungsart zeichneten.

### **6 – Bow, Akkordzerlegung, legato**

Die Beobachtungen aus Sound 5 bzgl. der aufsteigenden Tonfolge treffen zum Großteil auch hier zu. Interessant ist, dass 4 der 8 Personen aus Gruppe 1 sich im Vergleich zum *non legato* gespielten Dreiklang bei dieser Anregungsart für eine andere Form entschieden haben. Vor allem ein Wechsel von geraden Linien zu Bögen ist hierbei zu erkennen. Dieselbe Tendenz konnte auch bei den anderen Gruppen erkannt werden, in geringerem Maße jedoch bei Gruppe 4. In dieser Gruppe entschieden sich hingegen zwei Personen um, was die aufsteigende Form betraf und zeichneten nun eine gleichbleibende bzw. eine absteigende Form.

### **7 – Blow, Akkordzerlegung, legato**

Wieder wurde ein Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Einzelton dieser Anregungsart (Sound 2) gezogen und nur 3 Personen aus Gruppe 1 griffen auf die gleiche Form zurück, um die Tonfolge zu zeichnen. In Gruppe 2 taten das vier Personen, wobei auffällt, dass immerhin acht Personen, die beim Einzelton noch geschlossene Formen gezeichnet hatten, jetzt auf eher offene Formen zurückgriffen.

In Gruppe 4 wurden diesem Sound mehrheitlich Bogenformen zugeordnet. 6 von 9 Personen (66 Prozent) aus dieser Gruppe zeichneten hier *keine* eindeutig aufsteigende Form, was vor allem im Vergleich mit Gruppe 1 (mit großem musikalischen Vorwissen) auffällt, wo *alle* Personen die aufsteigende Tonhöhe auch mit einer aufsteigenden Zeichnung visualisierten.

### **8 – Blow, Akkordzerlegung, non legato**

Bei der *non legato* gespielten Akkordzerlegung der Anregungsart *Blow* zeichneten die Personen aus Gruppe 1 alle die gleichen Formen wie beim gleichen Dreiklang *legato*. Unterschiede wurden hier aber wie erwartet bei der Verbindung der Einzelformen gemacht, welche die Hälfte der Personen dieser Gruppe im *legato* zeichnete oder zumindest andeutete, hier im *non legato* aber nicht. Gerade Linien wurden in dieser Gruppe von 6 Personen (75 Prozent) als Form gewählt.

Dieser Unterschied wurde im Gegensatz dazu bei Gruppe 2 nur von zwei Personen gezeichnet. Es ist in dieser Gruppe auch keine Tendenz zu einer bestimmten Form zu erkennen. Gleiches gilt für Gruppe 4, auch hier wurden sehr unterschiedliche Formen gewählt und der Unterschied zwischen *legato* (Sound 7) und *non legato* wurde von keiner Person dieser Gruppe durch Verbinden bzw. Nicht-Verbinden der Formen gekennzeichnet.

### **9 – Pick, Akkordzerlegung, non legato**

Alle Personen aus Gruppe 1 zeichneten hier drei eindeutig voneinander getrennte Formen, die Hälfte entschied sich für eine Darstellung als Dreieck oder Pfeil, wobei drei davon die Spitze nach unten und nur eine Person die Spitze nach oben zeichneten. Nur eine Person dieser Gruppe wählte eine andere Darstellung als beim Einzelton der gleichen Anregungsart.

In Gruppe 2 wurden die Formen von immerhin 5 der 13 Personen verbunden gezeichnet. Vier Personen aus Gruppe 4 zeichneten bei diesem Sound keine eindeutig aufsteigende Form, um die aufsteigende Tonhöhe zu symbolisieren. Bei den anderen Gruppen taten das alle Personen.

### **10 – Strike, Akkordzerlegung, non legato**

Wieder zeichneten alle Personen aus Gruppe 1 drei voneinander getrennte und aufsteigende Formen. Jeweils drei Personen entschieden sich für Punkte/Kreise bzw. Dreiecke/Pfeile zur Darstellung der *Strike*-Akkordzerlegung. In Gruppe 2 zeichneten die meisten Personen Punkte/Kreise; erneut zeichneten fünf Personen die Formen miteinander verbunden, es waren dieselben Personen, die dies auch schon bei Sound 9 getan haben. In Gruppe 4 gab es zwei Personen, die keine eindeutig aufsteigende Visualisierung zeichneten. Hier entschieden sich sechs Personen (drei Viertel) für eine Darstellung mit Linien.

### **Zusammenfassung**

Allgemein ist zu sagen, dass die Ergebnisse der musikalischen Gruppen zum Großteil nicht eindeutig sind. Es wurden nur bestimmte Charakteristika der gezeichneten Formen analysiert (die Form an sich, aufsteigend oder absteigend, offen oder geschlossen, verbunden oder getrennt). Würde man noch weitere Eigenschaften der Visualisierungen genauer betrachten und miteinander vergleichen, könnten eventuell weitere bzw. andere Parallelen gefunden werden. Auch eine Einteilung der ProbandInnen in andere Gruppen (zum Beispiel nach dem Alter) könnte andere Ergebnisse hervorbringen, darauf wird allerdings in dieser Arbeit verzichtet.

## **4.2 Experiment 2: Fragebogen zu den Visualisierungsformen**

Der Fragebogen enthielt dieselben Sounds wie in Experiment 1, hier aber mit jeweils drei Antwortmöglichkeiten, die daraus hervorgegangen sind (siehe Abschnitt 3.2).

### **4.2.1 Ergebnisse allgemein**

Im Allgemeinen ist zu sagen, dass die Ergebnisse bei allen Sounds bzw. Anregungsarten überraschend uneindeutig waren. Zur Erinnerung: es wurde erwartet, dass eine der drei

vorgeschlagenen Formen pro Frage mit zumindest 80 Prozent bestätigt würde, das ist allerdings bei keinem der zehn Sounds der Fall.

### 4.2.2 Demographische Merkmale der TeilnehmerInnen

Der Fragebogen wurde von genau 100 Personen über einen Zeitraum von zwei Wochen ausgefüllt. 5 davon (entspricht 5 Prozent) hatten bereits an Experiment 1 teilgenommen und waren daher schon mit der Materie vertraut.

#### Geschlecht

Exakt 50 Prozent der TeilnehmerInnen waren männlich, 47 Prozent weiblich und 3 Prozent fühlten sich keiner dieser zwei Gruppen zugehörig.

#### Alter

Die größte Gruppe machten Personen im Alter zwischen 20 und 25 Jahren aus (41 Personen bzw. Prozent). 21 Prozent waren unter 20 Jahre alt, 17 Personen zwischen 26 und 30 und 10 Personen über 30 Jahre alt, wobei die Verteilung in dieser Gruppe wesentlich höher war als in den anderen. Elf Personen wollten zu ihrem Alter keine Angabe machen. Die älteste teilnehmende Person war 63 und die jüngste 13 Jahre alt.

#### Musikalische Gruppen

Es wurden die gleichen Fragen zum musikalischen Vorwissen der ProbandInnen gestellt wie in Experiment 1. Bei diesen drei Fragen ging es um die Fähigkeit Noten zu lesen, ein oder mehrere Musikinstrumente zu spielen und um die Absolvierung einer höheren musikalischen Ausbildung. In den Abschnitten 3.1.2 und 4.1.4 finden sich die Beschreibungen der musikalischen Gruppen und wie die ProbandInnen mithilfe der drei Fragen in diese eingeteilt wurden. Abbildung 4.13 zeigt die Verteilung der musikalischen Gruppen in diesem zweiten Experiment.

Wieder ist es so, dass alle Personen aus Gruppe 1 (mit musikalischer Ausbildung) auch Noten lesen können, es konnten also 80 Prozent aller ProbandInnen Noten lesen. Es spielten auch weit mehr als die 3 Prozent, die hier Gruppe 3 zuzuordnen sind ein Instrument. Diese Personen konnten aber zusätzlich Noten lesen und/oder hatten eine musikalische Ausbildung, weshalb sie einer der beiden anderen Gruppen zugeordnet wurden.

Die Verteilung der musikalischen Gruppen entspricht sehr gut der Zielgruppe von *DAS*. Es konnten viele Personen mit akademischer musikalischer Ausbildung befragt werden, die für die Applikation ebenso eine wichtige Zielgruppe darstellen wie Personen, die ein grundsätzliches musikalisches Interesse haben und zumindest Noten lesen können. Auch Personen ohne musikalische Vorkenntnisse (in dem Sinn, wie sie hier

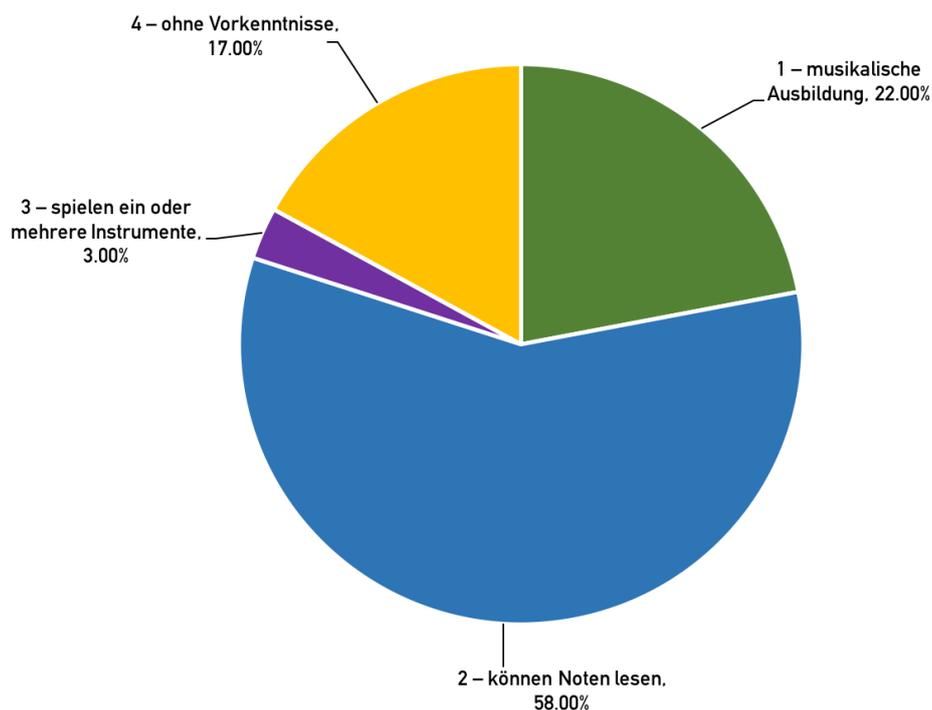


Abbildung 4.13. Die Verteilung der vier definierten musikalischen Gruppen in Experiment 2.

erfragt wurden) sind für die Applikation relevant, da auch sie die Möglichkeit haben sollen, diese zu verwenden.

### 4.2.3 Einzelergebnisse der Sounds

Alle zehn erfragten Sounds hatten vier mögliche Antworten: drei Beispiele für die Visualisierungen, welche in Experiment 1 von den meisten ProbandInnen zum Sound gezeichnet wurden und eine zusätzliche vierte Antwortmöglichkeit: “Keine der Antworten passt für mich”. Zu jedem Sound konnten die ProbandInnen außerdem in einem Textfeld Anmerkungen hinterlassen. Im Folgenden werden die Sounds und ihre Ergebnisse besprochen. Die Abbildungen 4.14 bis 4.23 zeigen die jeweils für die Sounds zur Verfügung stehenden Visualisierungen als Antwortmöglichkeiten und ihre Häufigkeit.

#### 1 – Bow, Einzelton

Zur Wahl standen die drei Formen Bogen, Welle und gerade Linie. 45 Prozent der ProbandInnen wählten die gerade Linie (C) als die für sie intuitiv passende Form, 32 Prozent entschieden sich für den Bogen (A) und 19 Prozent für die Wellenlinie (B). Für 4 der 100 ProbandInnen war keine der Antworten passend. Eine dieser Personen hätte eine Mischform aus Bogen und Welle für intuitiv richtig empfunden.

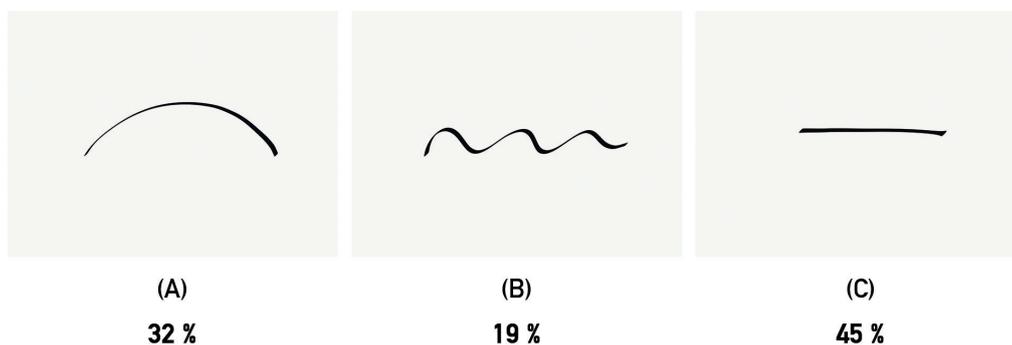


Abbildung 4.14. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 1 – Bow, Einzelton.

### 2 – Blow, Einzelton

Auch für diesen Sound wurde eine gerade Linie als Antwortmöglichkeit (A) vorgegeben, die auch wieder die meisten Personen (61 Prozent) auswählten. 17 Prozent der ProbandInnen wählten die im Vorhinein als “richtig” definierte Maschenform (B) aus und 15 Prozent eine geschlossene Form, die einem Trichter ähnelt (C). Für 7 Prozent war keine der Antworten passend.

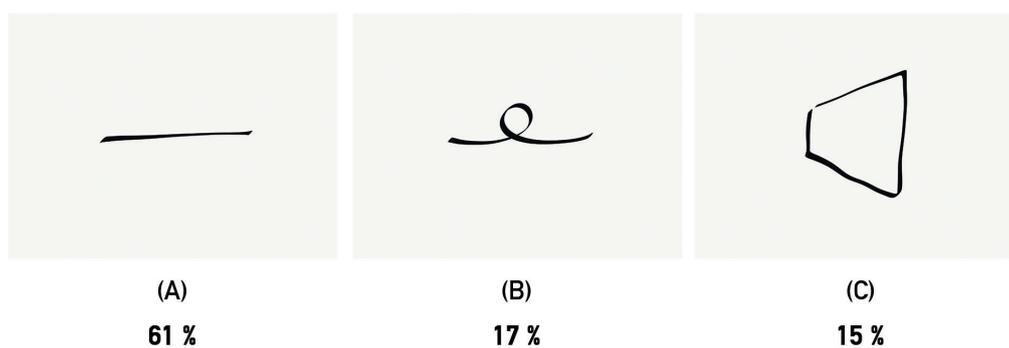


Abbildung 4.15. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 2 – Blow, Einzelton.

### 3 – Pick, Einzelton

Dieser Sound brachte das eindeutigste Ergebnis hervor. Es entschieden sich zwei Drittel der Befragten für das Häkchen (A), 17 Prozent für einen Kreis (C) und nur 14 Prozent für das als “richtig” definierte Dreieck (B). 3 Personen empfanden keine Antwort als passend.

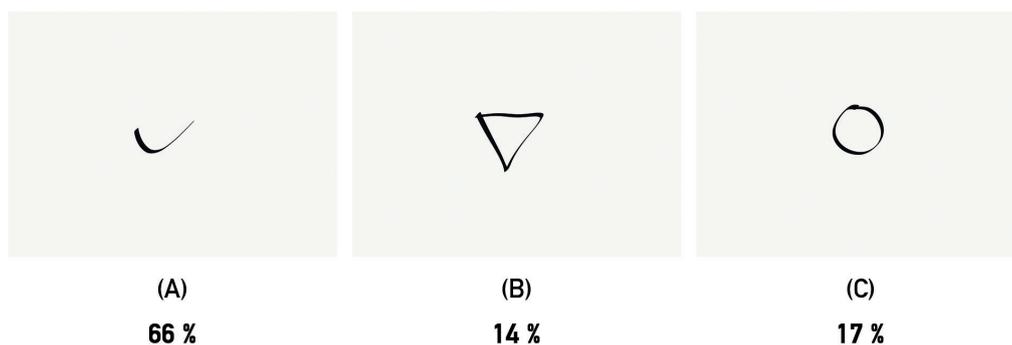


Abbildung 4.16. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 3 – *Pick, Einzelton*.

#### 4 – Strike, Einzelton

Während für diese Anregungsart im Vorhinein mit einem klaren Ergebnis gerechnet wurde, zeigte sie im Gegenteil die stärkste Verteilung in den Antworten. Mit 36 Prozent entschieden sich zwar die meisten ProbandInnen für den Kreis (A), allerdings wählten auch 32 Prozent den kurzen Strich (C). 17 Prozent entschieden sich für die T-Form (B) und für immerhin 15 Personen enthielt keine der Antworten die passende Visualisierung. Drei dieser ProbandInnen merkten an, dass sie am ehesten einen Punkt als Visualisierung gewählt hätten. Zur Erinnerung: Punkte und Kreise wurden bei der Auswertung von Experiment 1 derselben Gruppe zugeordnet.

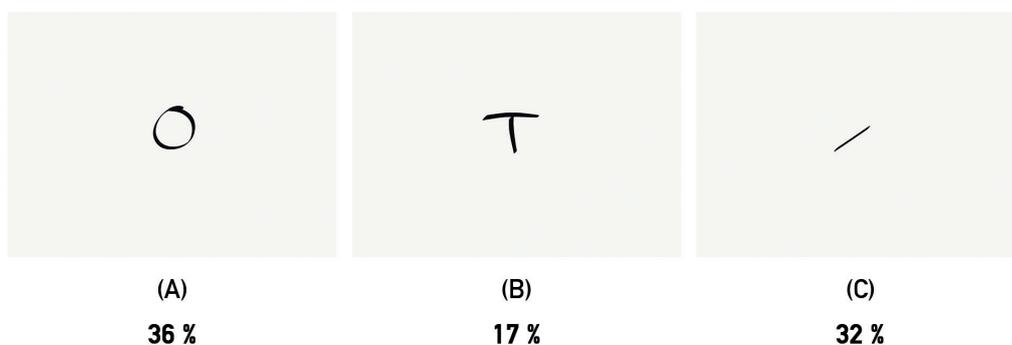


Abbildung 4.17. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 4 – *Strike, Einzelton*.

#### 5 – Bow, Akkordzerlegung, non legato

Die in der Tonhöhe aufsteigenden Akkordzerlegungen wurden in Experiment 1 bereits von den meisten Personen als räumlich aufsteigende Formen gezeichnet. Alle Antwortmöglichkeiten dieser Klänge enthielten also auch dementsprechende Visualisierungen.

46 Prozent der ProbandInnen entschieden sich bei diesem Klang für die nicht miteinander verbundenen Bögen (C). 30 Prozent wählten die verbundenen Bögen (A) und

nur 22 Prozent entschieden sich hier für gerade Linien (ebenfalls verbunden, B). Die restlichen zwei Personen empfanden keine der drei Antwortmöglichkeiten als passend. Eine Person merkte zusätzlich an, dass eine nicht getrennte (verbundene) Darstellung aufgrund der drei getrennten Töne unstimmig sei.

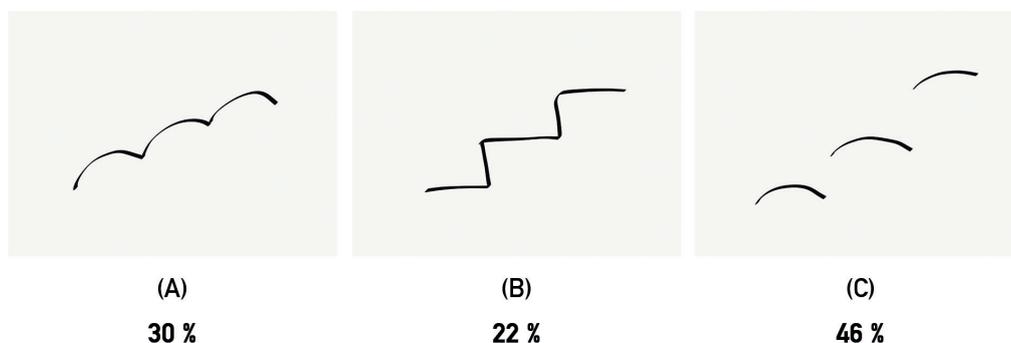


Abbildung 4.18. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 5 – *Bow, Akkordzerlegung, non legato*.

#### 6 – *Bow, Akkordzerlegung, legato*

Bei diesem Sound wurden, mit 61 Prozent, die verbundenen Bögen (A) von mehr als der Hälfte der Personen gewählt. Immerhin 32 Prozent der Befragten entschieden sich nun für die Darstellung als nicht verbundene Wellenformen (C). Beim Einzelton hatten lediglich 19 Prozent diese Form gewählt. Nur eine Person fand diesmal die geraden Linien (B) passend. Sechs Personen fanden keine der Antworten passend.

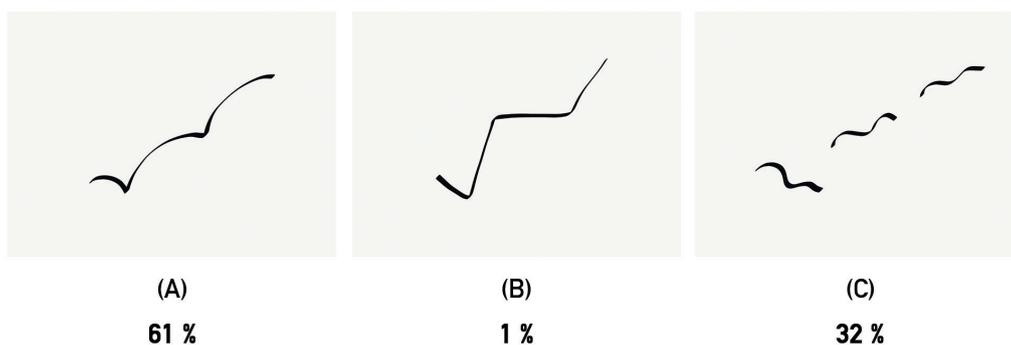


Abbildung 4.19. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 6 – *Bow, Akkordzerlegung, legato*.

### 7 – Blow, Akkordzerlegung, legato

Auch in diesem Fall wurde im Dreiklang mehrheitlich eine Form gewählt, die beim Einzelton nur für 17 Prozent richtig war: die Maschenform (C). 18 Prozent wählten nun die Wellenlinien (B) und nur 11 Prozent die bei der Einzelform für die meisten Personen richtige Visualisierung mit geraden Linien (A). Mit 17 Prozent passte für einen vergleichsweise großen Teil der ProbandInnen keine der drei vorgegebenen Visualisierungen.

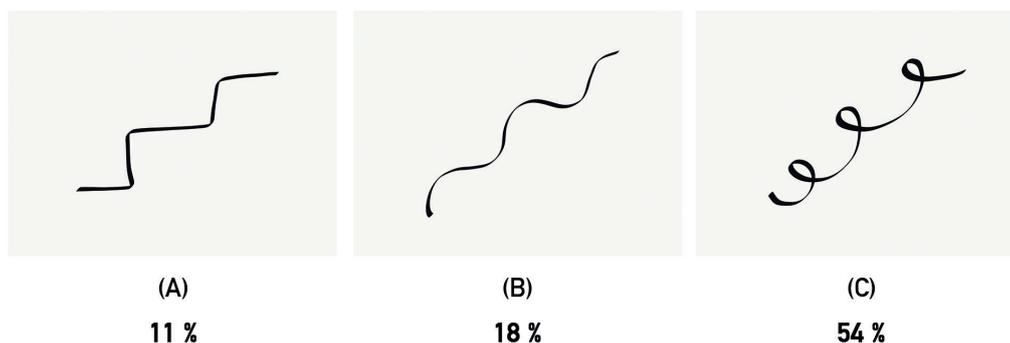


Abbildung 4.20. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 7 – *Blow, Akkordzerlegung, legato*.

### 8 – Blow, Akkordzerlegung, non legato

Im *non legato* wurden nun wiederum mehrheitlich geschlossene Formen gewählt. Der Kreis (A) war für 37 Prozent der ProbandInnen richtig und das Rechteck (C) für immerhin 30 Prozent. Nur 17 Prozent wählten jetzt die Maschenform, die im *legato* noch für mehr als die Hälfte richtig war. 16 Personen fanden keine Antwort passend.

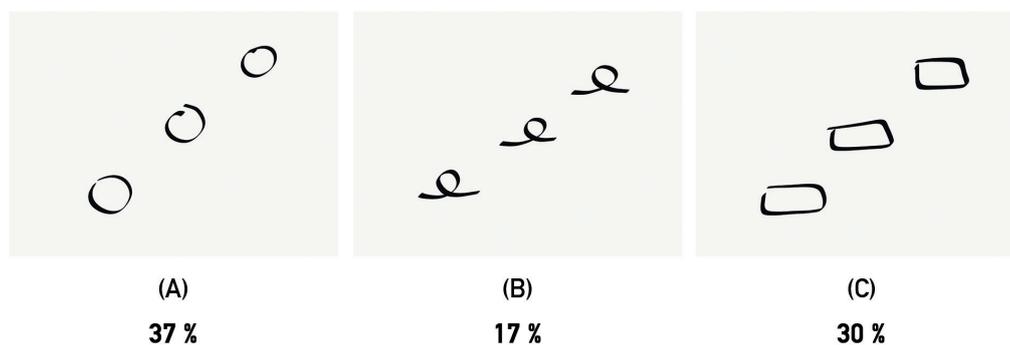


Abbildung 4.21. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 8 – *Blow, Akkordzerlegung, non legato*.

### 9 – Pick, Akkordzerlegung, non legato

Bei diesem Sound wurde das Ergebnis vom Einzelton am ehesten bestätigt. Mit 49 Prozent entschied sich die Mehrheit erneut für die Häkchen-Form (C). 35 Prozent wählten die (hier ausgefüllte) Kreisform (B) und nur 15 Prozent entschieden sich für das Dreieck (A). Eine Person empfand keine der drei Möglichkeiten für intuitiv richtig.

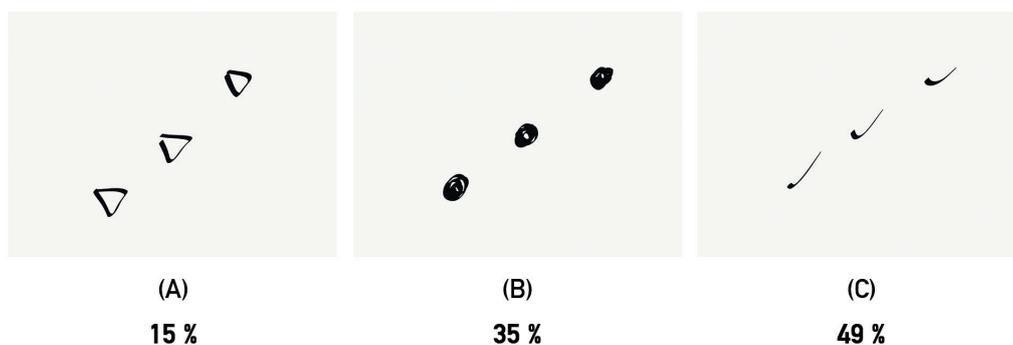


Abbildung 4.22. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 9 – *Pick, Akkordzerlegung, non legato*.

### 10 – Strike, Akkordzerlegung, non legato

Der letzte Sound brachte im Gegensatz zum korrespondierenden Einzelton mit 48 Prozent eine Mehrheit für die Kreisform (B). 38 Prozent entschieden sich für die senkrechten Linien (A) und 8 Prozent die Dreiecke (C). 6 Personen konnten dem Sound keine der drei Antworten zuordnen. Zwei Personen merkten an, dass die im Einzelsound noch vorkommende T-Form hier passend gewesen wäre.

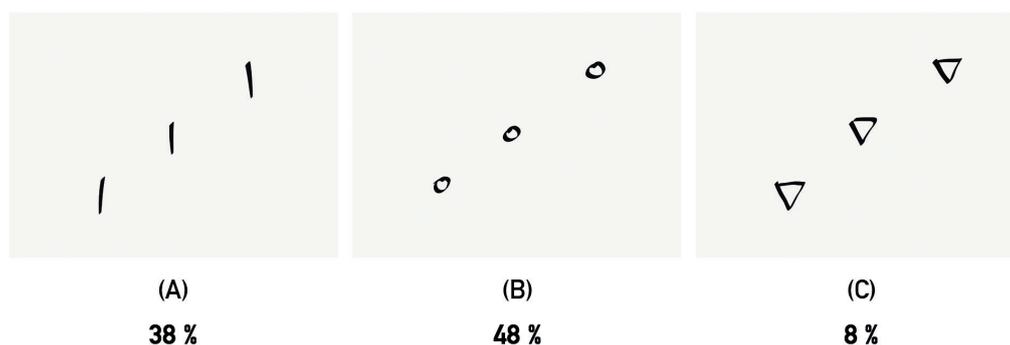


Abbildung 4.23. Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 10 – *Strike, Akkordzerlegung, non legato*.

#### 4.2.4 Auswertung der musikalischen Gruppen

Erneut wurden die Ergebnisse ebenfalls nach musikalischen Gruppen kategorisiert und analysiert. Vergleicht man die Gesamtgruppen-Ergebnisse mit jenen der musikalischen Gruppen, so zeigt sich, dass diese in den Gruppen 1 und 2 bei fast allen Sounds sehr ähnlich sind. Gruppe 3 fällt hier heraus, da sie nur aus 3 Personen bestand und wenig repräsentativ ist. In Gruppe 4 waren die Ergebnisse tendenziell um einige Prozentpunkte deutlicher als im Gesamtgruppen-Ergebnis des jeweiligen Sounds (das heißt, dass die jeweils am meisten gewählte Antwort von einem noch höheren Anteil der TeilnehmerInnen dieser Gruppe gewählt wurde).

Auffällig waren hier hingegen die Sounds 9 (*Pick, Akkordzerlegung, non legato*) und 10 (*Strike, Akkordzerlegung, non legato*). Bei Sound 9 wurde Antwort C (Häkchen) von fast einem Drittel der TeilnehmerInnen der Gruppe 4 (im Vergleich zu 49 Prozent im Gesamtgruppen-Ergebnis) gewählt. Bei Sound 10 wurde das Gesamtgruppen-Ergebnis hier nicht bestätigt, es wurde von mehr als der Hälfte der ProbandInnen Antwort A (senkrechte Striche) als richtig empfunden (im Gegensatz zu Antwort B, Kreise, im Gesamtgruppen-Ergebnis).

Allgemein ist zu sagen, dass innerhalb der musikalischen Gruppen wie schon in Experiment 1 keine eindeutigen Tendenzen zugunsten einer bestimmten Visualisierungsform je nach Anregungsart zu erkennen sind. Auch wenn die jeweils am häufigsten gewählten Antworten in den Gruppen tendenziell von einem größeren Anteil gewählt wurden, konnte auch hier bei keinem Sound eine Visualisierungsform mehr als 70 Prozent erreichen. Die Gruppen-Ergebnisse spiegeln die Gesamt-Ergebnisse wider.

### 4.3 Prototyp

Der Prototyp wurde, wie in 3.3 beschrieben, auf Papier umgesetzt und laufend mit den Ergebnissen der jeweiligen ProbandInnen angepasst. Tabelle 4.1 zeigt den groben Ablauf und die mit den jeweiligen Tests einhergehenden Anpassungen.

Es wurden Tests mit insgesamt sechs Personen durchgeführt. Die Personen entsprachen wieder der späteren Zielgruppe von *DAS* aus unterschiedlichen musikalischen Gruppen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen ProbandInnen beschrieben.

#### 4.3.1 Proband 0

Dies war ein Selbsttest des Prototyps vor der Durchführung mit den anderen ProbandInnen. Es sollte vorab herausgefunden werden, ob und in welcher Form die ProbandInnen Unterstützung bei der Durchführung des Experimentes durch einen der Experimentsleiter benötigen. Ebenfalls sollte getestet werden, ob die vorgegebene Zeit für die Durchführung realistisch ist und ob in dieser Zeit das Musikstück nachgezeichnet

*Tabelle 4.1.* Der Ablauf der Tests im Paper-Prototyp und die stattgefundenen Anpassungen.

ProbandIn	Datum	Anpassungen
0	17./18.07.2017	Selbsttest, Verkürzung des Musikstücks auf 4 Takte und Vereinfachung des Rhythmus
1	19.07.2017	Anpassung des Rasters, Darstellung mit Taktnummern und Strichen für die Achtel, Einführung eines Übungs-Modus
2	20.07.2017	Anpassung der Werkzeugleiste, Play- und Pause-Button außerhalb, Erweiterung des Practice Modus zum Auswählen der Tonhöhe
3	22.07.2017	Keine
4	26.07.2017	Papierkorb zum Entfernen bereits gezeichneter Objekte
5	27.07.2017	Keine
6	28.07.2017	Keine

werden kann. Dieses bestand zu diesem Zeitpunkt noch aus acht Takten und enthielt einige schwierige rhythmische Sektionen.

Außerdem wurde hier davon ausgegangen, dass die ProbandInnen direkt auf die vorgegebene Zeichenfläche zeichnen würden und bei Änderungen das bereits Gezeichnete mit einem Radiergummi wieder entfernen und anschließend neu zeichnen sollten.

### Benötigte Zeit

Die Zeit wurde nur grob gestoppt. Da immer wieder kleinere Anpassungen schon während des Testens vorgenommen wurden, war sie nur als Richtwert für die späteren ProbandInnen zu sehen. Es wurde aber bereits hier festgestellt, dass zum Zeichnen des Musikstücks, wie es zu diesem Zeitpunkt definiert war, mehr als eine Stunde benötigt werden würde. Vor allem die Eingewöhnungszeit, mit der bei den ProbandInnen zu rechnen war, da sie die festgelegten Formen und Farben und ihre Umsetzung in Klänge noch nicht kannten, war länger zu erwarten als bei diesem Selbsttest.

### Probleme

Hauptproblem war das zu diesem Zeitpunkt noch zu komplizierte Musikstück und die zum Zeichnen benötigte Zeit. Es wurde wesentlich länger als eine Stunde gezeichnet und in dieser Zeit konnte nur ein kleiner Teil des Musikstückes fertig gestellt werden.

Außerdem wurde schnell festgestellt, dass das Zeichnen direkt auf der Zeichenfläche eine nachträgliche Bearbeitung der gezeichneten Objekte nicht ermöglicht und ein Ausradieren falsch gezeichneter Bereiche nicht zielführend ist. Aufgrund der fehlenden Referenz bei der Tonhöhe und der geringen Erfahrung der Testperson beim Komponie-

ren, mussten die Tonhöhen erst gesucht und die gezeichneten Objekte entsprechend oft angepasst werden.

Das gleiche Problem bestand beim Timing und damit in der Positionierung der Objekte auf der x-Achse. Das Musikstück enthielt einige nicht triviale rhythmische Abschnitte, in denen beispielsweise Melodien über mehrere Takte und teilweise auf Sechzehntel-Schläge zu zeichnen waren. Auch hier wurde viel ausprobiert, bevor ein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht werden konnte.

Beim Workflow während des Experimentes wurden weitere Probleme festgestellt. Die Reaktionen auf bestimmte Aktionen der Testperson (wie das Abspielen des Originalstückes oder von Teilen des eigenen Stückes) dauerten noch zu lange bzw. waren teilweise fehlerhaft. Dieser Punkt sollte sich durch die Erfahrung bei den Tests verbessern.

### **Verbesserungen**

Das Musikstück wurde auf vier Takte verkürzt und in seiner Rhythmik vereinfacht. Es wurde auf die in 3.3.2 beschriebenen Teile reduziert. Außerdem wurde das beschriebene System entwickelt, mit dem gezeichnete Objekte nachträglich verschoben, kopiert oder entfernt werden konnten. Dazu wurden der Rastergröße entsprechende Zettel vorbereitet, auf die gezeichnet werden konnte und die anschließend an der gewünschten Stelle auf der Zeichenfläche platziert werden konnten.

Die *Logic Pro X* Session wurde angepasst, sodass ein besserer und schnellerer Workflow beim Testen ermöglicht wurde. Es wurden für jede Anregungsart und jedes Material eigene Spuren vorbereitet, in denen dann je nach den Zeichnungen der ProbandInnen MIDI-Regionen platziert werden konnten.

### **4.3.2 Probandin 1**

Die erste "echte" Probandin war eine 24-jährige Musik-Studentin. Sie ist aufgrund ihrer musikalischen Vorbildung der musikalischen Gruppe 1 zuzuordnen. Diese Probandin hatte bereits an mindestens einem anderen Experiment (1 und/oder 2) teilgenommen. Es wurde bereits das verkürzte Musikstück (vier Takte) verwendet.

### **Benötigte Zeit**

Die Probandin benötigte vom Zeitpunkt des ersten Zeichnens bis zu einem für sie zufriedenstellenden Ergebnis 46 Minuten. Die Probandin merkte an, dass sie sich darüber im Klaren ist, dass das Ergebnis zu diesem Zeitpunkt nicht zu 100 Prozent mit dem Original übereinstimmt, wollte das Experiment aber dennoch beenden.

### Vorgehensweise

Die Probandin konzentrierte sich nacheinander auf die Melodien der einzelnen Teile (siehe Tabelle 3.2), beginnend mit dem tiefen rhythmischen Plastik-*Strike*-Klang (1). Sie wählte dabei sofort die korrekte Anregungsart mit dem korrekten Material. Bei diesem Teil wies sie auch darauf hin, dass sie gerne ein bereits gezeichnetes Klangobjekt bzw. einen bereits gezeichneten Takt mit mehreren Klangobjekten kopieren möchte. Sie fand die Kopieren-Funktion nicht sofort, benutzte sie aber nachdem sie darauf hingewiesen wurde. Die Probandin entschied sich gegen die Verwendung der Loop-Funktion, da sie der Meinung war, dass sie dann den wiederholten Teil nicht visuell erkennen würde, was sie aber gerne wollte.

Als nächstes zeichnete sie Teil 4, wobei sie hier auf die korrekte Anregungsart *Bow*, aber auf das nicht dem Originalstück entsprechende Material Metall zurückgriff. Für diesen Klang wollte die Probandin gerne ihre bereits gezeichnete Form mit anderen Materialien ausprobieren. Sie wählte das Klangobjekt und anschließend eine Farbe aus, um das Material des Klangobjektes zu ändern (jetzt auf das richtige Material Glas).

Für den anschließend folgenden Teil 5 (im Originalstück *Blow*, Holz) wechselte die Probandin weder Farbe noch Anregungsart, zeichnete also in *Bow*, Glas, weiter. Sie wies darauf hin, dass sie sich darüber im Klaren ist, dass ihre Zeichnung klanglich nicht dem Original entspricht, entschied sich aber trotzdem für diese Klangobjekte.

In Teil 2 (*Strike*, Glas) entschied sich die Probandin zuerst für die korrekte Anregungsart-Material-Kombination, wählte dann allerdings doch Metall als Material aus. Nach mehrmaligem Probehören beider Materialien auf der gleichen Tonhöhe bzw. eine Oktave tiefer entschied sie sich dafür, bei Metall zu bleiben.

Zuletzt zeichnete die Probandin noch Teil 3 (*Pick*, Metall). Sie entschied sich sofort für die richtige Anregungsart und hatte auch nach kurzem Probehören kein Problem mit der Wahl des richtigen Materials. Tonhöhe und Timing wurden ebenfalls problemlos richtig gezeichnet.

### Umgang mit Farben und Formen

Die Probandin wählte grundsätzlich die richtigen Formen, war sich allerdings zu Beginn nicht sicher, welche Form welcher Anregungsart zuzuordnen ist. Es wurde eine Legende bereitgestellt, welche die Formen zu den Anregungsarten beinhaltete. Diese Legende wurde von der Probandin zu Beginn auch genutzt. Nachdem sie eine Form bereits gezeichnet hatte, verwendete sie dieselbe Form auch für einen anderen Teil mit der gleichen Anregungsart, ohne auf der Legende nachsehen zu müssen.

Bei der Selbsteinschätzung im an das Experiment anschließend ausgefüllten Fragebogen gab die Probandin an, sich bei der Wahl der richtigen Formen leicht getan zu haben (trifft eher zu). Bei der Wahl der richtigen Farben hat sie sich sogar noch leichter getan (trifft sehr zu). Die Probandin fand, dass die vorgegebenen Formen (trifft sehr

zu) und die Materialien (trifft sehr zu) passend gewählt waren.

Die Probandin fand ebenfalls, dass das klangliche Ergebnis dem entsprochen hat, was sie sich beim Zeichnen vorgestellt hat (trifft sehr zu).

### Probleme

Die Probandin wies darauf hin, dass sie beim Zeichnen von offenen Klängen (*Bow* und *Blow*) die Form von Beginn des Taktstriches an zeichnen müsste, um den Unterschied zum nächsten Achtel-Takt deutlich zu machen. Geschlossene Formen lagen allerdings mit ihrem Mittelpunkt auf dem Begrenzungsstrich des Achtel-Takts. Abbildung 4.24 verdeutlicht diese Inkonsistenz.

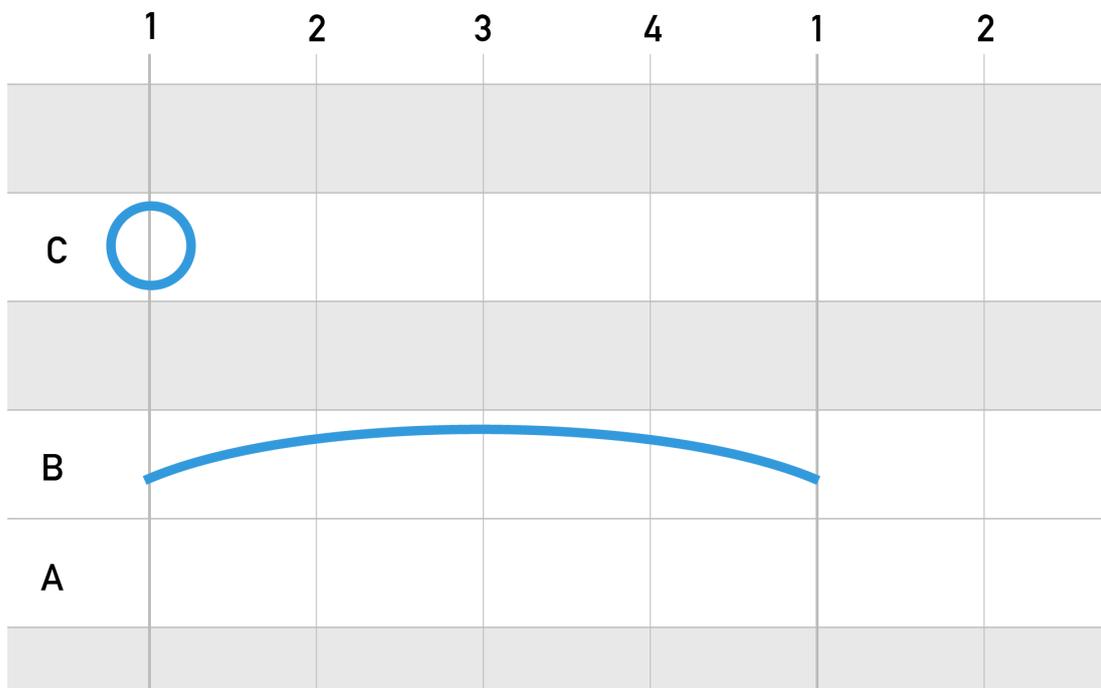


Abbildung 4.24. Zwei Klangobjekte des Materials Glas mit der Anregungsart *Strike* (Kreis) und *Bow* (Bogen). Geschlossene Formen werden mit ihrem Mittelpunkt auf den jeweiligen Achtelschlag gelegt, während offene Formen ebendort ihren Anfangspunkt haben.

Die Probandin wollte außerdem zwischenzeitlich auszoomen, um das gesamte Stück innerhalb des iPad-Rahmens zu sehen, was im Prototyp nicht möglich war. Auch bestimmte Teile, die aus mehr als einem Klangobjekt bestehen, wollte die Probandin markieren und anschließend nur diese Teile Probe hören.

Der Sound für *Strike*, Metall, klang aufgrund seiner vielen Obertöne bei gleicher Tonhöhe höher als die gleiche Anregungsart mit dem Material Glas. Die Probandin entschied sich aufgrund dieses Problems in Teil 2 für *Strike*, Metall, eine Oktave unter der originalen Melodie.

Die Nachklingzeiten impulsiver Klänge (*Strike* und *Pick*) sind vorgegeben und können von den ProbandInnen nicht beeinflusst werden. Diese Probandin wollte Teile geschlagener Melodien verlängern, hatte dafür aber kein probates Mittel zur Hand.

Es war der Probandin zwischenzeitlich nicht klar, welche Farbe sie aktuell ausgewählt hat, wenn sie zwischen dem Zeichnen andere Aktionen, wie beispielsweise das Abspielen oder Verschieben eines Klangobjektes, durchgeführt hatte.

Im Synthesizer wurden manche Töne trotz gleicher Velocity leiser abgespielt als andere, was von der Probandin als nicht richtig identifiziert wurde, da sie beim Zeichnen keine Angaben über die Lautstärken machen konnte.

Der Probandin fehlte eine schnellere und einfachere Möglichkeit, die verschiedenen Anregungsarten und Materialien in ihren Kombinationen Probe zu hören. Auf Basis dieser Anmerkung wurde der Practice-Modus entwickelt (siehe unten).

### Verbesserungen

Ein Practice-Modus wurde eingeführt und über die Werkzeugleiste verfügbar gemacht. In diesem Modus sollten die ProbandInnen die Kombinationen der vorgegebenen Anregungsarten und Materialien Probe hören können, ohne bereits eine Form zeichnen zu müssen. Die 16 möglichen Klangobjekte wurden dabei in einem Raster angezeigt und konnten durch Antippen mit einer vordefinierten Tonhöhe angehört werden. Abbildung 4.25 zeigt den Practice-Modus.

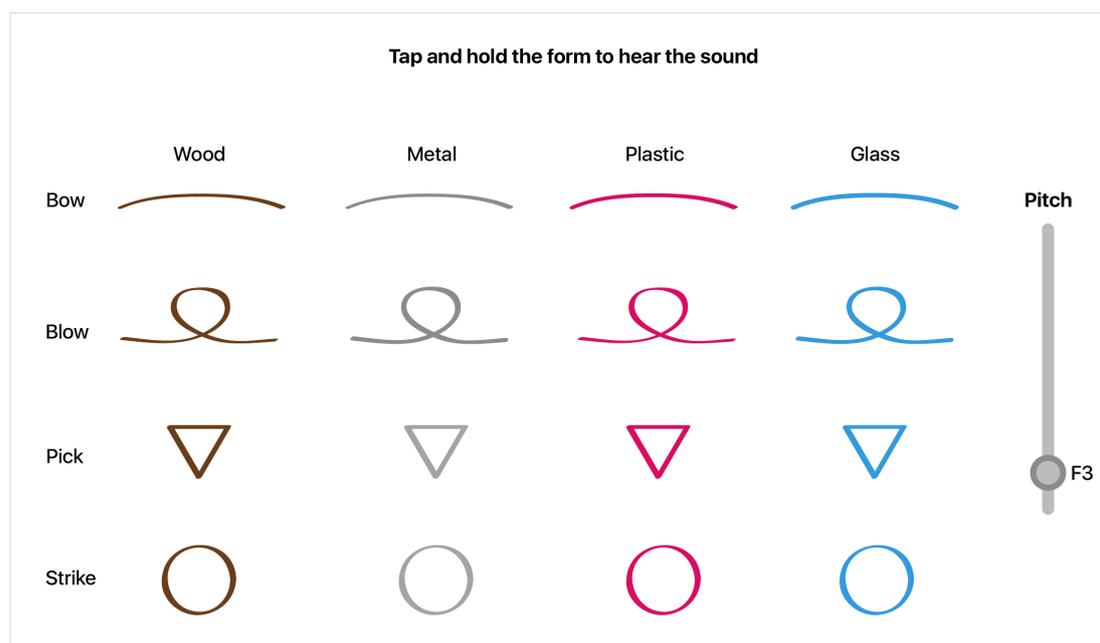


Abbildung 4.25. Der Practice-Modus im Prototyp. Durch Tippen und Halten eines der Symbole konnte die jeweilige Anregungsart-Material-Kombination Probe gehört werden.

Beim Test mit der ersten Probandin wurde trotz des verkürzten Musikstückes noch

eine Zeichenfläche mit acht vorgezeichneten Takten verwendet. Die überflüssigen Takte wurden entfernt und eine neue Zeichenfläche entwickelt, bei der die Kästchen zum Zeichnen der Formen größer waren. Die Zeichenfläche wurde außerdem links und rechts mit den Namen der Noten und oben und unten mit den Ziffern zu den Schlägen im jeweiligen Takt (1, 2, 3 und 4) beschriftet. Zusätzlich wurden für die Achtel-Schläge, die im vorgegebenen Musikstück auch verwendet werden, ebenfalls Linien im Raster eingezeichnet.

Um die Probleme mit sich verändernden Sounds im Synthesizer zu reduzieren, wurde die Testsession in *Logic Pro X* angepasst und es wurden fortan Sampler verwendet. Der Klang *Strike*, Metall, wurde in seinem Klangcharakter verändert, um in der gleichen Oktave wie andere Materialien der gleichen Anregungsart zu klingen.

### 4.3.3 Probandin 2

Die zweite Probandin war ebenfalls 24 Jahre alt und gab an, Noten lesen zu können, aber kein Instrument zu spielen und auch keine höhere musikalische Ausbildung absolviert zu haben oder zu absolvieren. Sie fällt damit in die zweite musikalische Gruppe.

Alle Verbesserungen aus dem vorigen Abschnitt waren beim Test mit dieser Probandin bereits umgesetzt.

#### Benötigte Zeit

Die Probandin zeichnete die gesamte Stunde hindurch. Sie verbrachte dabei viel Zeit mit dem Vergleichen des Originalstückes und ihrer eigenen Komposition (bzw. Teilen daraus). Für das Finden der richtigen Tonhöhen wurde weitaus mehr Zeit in Anspruch genommen als für das Finden der richtigen Materialien und Anregungsarten.

#### Vorgehensweise

Vor dem Zeichnen der ersten Form fragte die Probandin noch einmal nach, wie die vier Anregungsarten heißen und welche Form zu welcher Anregungsart gehört. Sie begann anschließend mit Teil 2 des Musikstückes (*Strike*, Glas) und wählte dazu sofort das richtige Material und die richtige Anregungsart aus. Sie wollte eine Form allerdings über einen gesamten Takt zeichnen, da sie den Sound mit seiner Nachhallzeit als so lange empfand. Es wurde der Probandin erklärt, dass die Länge der Formen bei *Strike* und *Pick* nicht relevant sind.

Als nächstes zeichnete die Probandin Teil 1 (*Strike*, Plastik), wobei sie erneut auf Anhieb die richtige Anregungsart und das richtige Material auswählte. Die Probandin wollte den bereits gezeichneten ersten Takt anschließend kopieren. Sie wählte dazu zuerst den Kopieren-Button aus, musste allerdings darauf hingewiesen werden, dass sie noch keinen Bereich markiert hatte, den sie kopieren konnte. Sie kopierte anschließend

sowohl Teil 1 (und fügte ihn ein Mal pro Takt ein), als auch Teil 2 (und fügte ihn in Takt 3 ein).

Für Teil 3 probierte die Probandin erstmals den Practice-Modus aus und hörte die verschiedenen Metall-Sounds für die unterschiedlichen Anregungsarten an. Sie entschied sich anschließend für die richtige Anregungsart *Pick*. Nachdem sie eine Form gezeichnet und richtig positioniert hatte, zeichnete sie die weiteren Formen nicht selbst, sondern kopierte die erste Form.

Auch zum Finden der richtigen Klangobjekte für Teil 4 (*Bow*, Glas) probierte die Probandin wieder verschiedene Anregungsarten und Materialien im Practice-Modus aus. Sie zeichnete anschließend einen Achtelton gestrichenes Holz, wobei sie die Linie dabei zuerst komplett gerade zeichnete (nicht gebogen, wie vorgesehen). Nach kurzem Probegören und anschließend erneutem Ausprobieren im Practice Modus wählte die Probandin für den bereits gezeichneten *Bow*-Sound das Material Glas aus.

Teil 5 wurde von der Probandin aufgrund der fehlenden Zeit zwar angehört, aber nicht mehr gezeichnet.

### **Umgang mit Farben und Formen**

Die Probandin hatte zum Großteil keine Probleme bei der Wahl der richtigen Farben und Formen. Für gestrichene Sounds wurde allerdings zuerst eine gerade Linie gezeichnet und kein Bogen, obwohl diese Form auch im Practice-Modus so dargestellt wird.

Bei geschlagenen und gezupften Sounds hatte die Probandin tendenziell weniger Probleme beim Heraushören des richtigen Materials und der richtigen Anregungsart als bei gestrichenen und geblasenen Sounds. Schlussendlich entschied sie sich auch hier für die richtigen Klangobjekte, brauchte allerdings länger.

In der Selbsteinschätzung gab die Probandin an, sich mit der Wahl der richtigen Farben sehr leicht getan zu haben und dass die Farben zu den Materialien passend gewählt seien (trifft sehr zu). Bei der Wahl der richtigen Formen musste die Probandin zwar lange überlegen (trifft eher zu), tat sich aber trotzdem leicht (trifft eher zu). Die Probandin tat sich bei der Wahl der richtigen Tonhöhen nicht leicht (trifft nicht zu), sie merkte allerdings an, dass das nicht am dargestellten Raster lag.

Die Probandin gab außerdem an, dass sie aufgrund des Prototyps eine gute Vorstellung von der späteren Applikation hatte (trifft eher zu) und dass das klangliche Ergebnis dem entsprach, was sie sich beim Zeichnen vorgestellt hatte (trifft eher zu).

### **Probleme**

Die Probandin hörte sowohl das Originalstück als auch ihre eigene Komposition sehr oft an. Sie musste dazu allerdings jedes Mal die Werkzeugleiste öffnen, um anschließend den Play-Button tippen zu können, was im Laufe des Tests als sehr umständlich empfunden wurde. Sie tippte deshalb schon nach kurzer Zeit nur noch auf den Button zum Öffnen

der Werkzeugleiste, um ihre Komposition abzuspielen.

Auch diese Probandin wählte eine Farbe erneut aus, die sie aktuell schon ausgewählt hatte, da eine visuelle Repräsentation des aktuell gewählten Materials fehlte.

Bei der Positionierung von *Strike*- bzw. *Pick*-Sounds entschied sich die Probandin zuerst dafür, die Formen *neben* die jeweilige Linie zu legen, nicht darauf. Sie wurde darauf hingewiesen und legte anschließend auch gestrichene Sounds *auf* die Linie. Es zeigte sich also auch hier, dass eine Konsistenz in der Positionierung der Formen notwendig erscheint.

Zum Löschen von bereits gezeichneten Formen stand kein Werkzeug bereit. Die Probandin merkte dies auch im anschließenden Fragebogen an. Weiters bemängelte sie die fehlende Möglichkeit des Ein- und Auszoomens, die es im Prototyp erschwert, einen Überblick über die gesamte Komposition zu behalten.

### **Verbesserungen**

Der Practice-Modus wurde erweitert, sodass nun auch die Tonhöhe zum Probehören ausgewählt werden konnte.

Außerdem wurde überlegt, wie mit der unterschiedlichen Positionierung von geschlossenen (auf die Linie) und offenen (ab der Linie) Klangobjekten vorgegangen werden soll. Es wurde entschieden, dass dieser Punkt bei den nächsten ProbandInnen speziell beobachtet und nur dann angesprochen werden sollte, wenn die ProbandInnen konkret danach fragten. So sollte herausgefunden werden, was die Mehrheit der Testpersonen als richtig empfindet.

### **4.3.4 Proband 3**

Der dritte Proband war ein 40-jähriger ausgebildeter Musiker und Komponist. Er ist damit der musikalischen Gruppe 1 zuzuordnen. Dieser Proband war im Vorhinein bereits sehr gut mit dem Konzept von *DAS* vertraut und hatte laut eigenen Angaben auch schon an Experiment 2 (Fragebogen) teilgenommen.

### **Benötigte Zeit**

Vom ersten Zeichnen bis zur Beendigung des Experimentes durch den Probanden vergingen 43 Minuten. Dieser Proband benötigte aber zum Zeichnen bedeutend weniger Zeit und hatte sehr viele Anmerkungen und Vorschläge, welche die Gesamtzeit verlängerten.

### **Vorgehensweise**

Auch dieser Proband konzentrierte sich zuerst auf die rhythmische Plastik-*Strike*-Sektion. Vor dem Zeichnen des ersten Objektes merkte er allerdings bereits an, dass er das Ob-

jekt gerne auf einer bestimmten Tonhöhe und mit seinem gewünschten Material (Plastik) und der Anregungsart (*Pick*) Probehören würde. Er wollte dazu nicht den Practice-Modus öffnen, sondern durch Tippen direkt auf die Zeichenfläche das Klangobjekt auf der jeweiligen Tonhöhe Probe hören, ohne ein Objekt zu zeichnen. Er merkte außerdem an, dass er statt des Zeichnens der Klangobjekte diese gerne aus dem Practice-Modus herausziehen und so auf der Zeichenfläche platzieren wolle.

Der Proband zeichnete das erste geschlossene Objekt (in diesem Fall noch das Dreieck für *Pick*) wie auch die anderen Probanden intuitiv nicht auf die Linie, sondern daneben. Er konzentrierte sich danach auf Teil 4 und hörte dabei zuerst *Bow*, Metall, Probe, entschied sich aber dann für das richtige Material Glas. Er zeichnete anschließend die korrekte Melodie für diesen Teil.

Für Teil 2 entschied sich der Proband mithilfe des Practice-Modus sofort für *Strike*, Glas und zeichnete auf Anhieb die richtige Melodie mit dem richtigen Timing. Bei diesem Teil merkte die Testperson an, dass die geschlagenen Sounds zwar länger als eine Achtelnote klingen, diese Tatsache jedoch beim Zeichnen nicht relevant ist, da die Formen nur den Anschlagpunkt repräsentieren. Seine Intuition entsprach damit dem, was auch für die Applikation angedacht war.

Die Testperson wendete anschließend einen Loop auf den bereits gezeichneten Takt mit den Objekten in *Pick*, Plastik, bis zum Ende des Stückes an. Er merkte an, dass er erwarten würde, dass die geloopten Objekte anders dargestellt werden als die Originale (halbtransparent).

Teil 2 wurde vom Probanden kopiert und in Takt 3 eingefügt. Den letzten Ton in diesem Teil zeichnete er wieder ein. Nach dem anschließenden Probehören bemerkte der Proband, dass die Anregungsart in Teil 1 (*Pick*, Plastik) nicht dem Original entspricht und änderte sie auf die richtige Anregungsart (*Strike*).

Für die Melodie in Teil 3 entschied sich der Proband auch sofort für die richtige Anregungsart (*Pick*) und das richtige Material (Metall). Er zeichnete wieder nur den ersten Teil und kopierte ihn, fügte ihn in Takt 4 ein und veränderte dann die Tonhöhen.

Es fiel auf, dass der Proband selten seine eigene Komposition Probe hörte, sondern sich stattdessen eher das Originalstück anhörte und es gleichzeitig visuell mit seinen gezeichneten Objekten verglich.

### **Umgang mit Farben und Formen**

Der Proband entschied sich bei fast allen Teilen auf Anhieb für die richtigen Farben und Formen respektive Materialien und Anregungsarten. Lediglich bei Teil 1 (*Strike*, Plastik) zeichnete er zuerst Dreiecke für die Anregungsart *Pick*, besserte das aber auch schnell wieder aus.

Im anschließenden Fragebogen gab der Proband an, dass die Farben zu den Materialien passend gewählt seien (trifft eher zu) und dass er sich bei der Wahl der richtigen Farben leicht getan habe (trifft sehr zu). Auch bei der Wahl der richtigen Formen hat

sich der Proband leicht getan (trifft sehr zu) und musste auch nicht lange überlegen, welche Form zu welchem Sound passt (trifft nicht zu).

Etwas überraschend gab der Proband an, dass er sich mit dem Zeichnen des richtigen Timings nicht leicht getan habe (trifft eher nicht zu). Das könnte eventuell an der besprochenen Problematik der inkonsistenten Positionierung offener und geschlossener Formen liegen.

Der Proband war zufrieden mit dem klanglichen Ergebnis und fand, dass es dem entsprochen habe, was er gezeichnet hat (trifft sehr zu).

### **Probleme**

Der Proband hatte zu Beginn sehr klare Vorstellungen davon, wie die App funktionieren sollte, die aber in vielen Fällen nicht zutrafen. Er merkte an, dass ihm ein "Performance"-Modus fehle, mit dem er *live* zeichnen und das Gezeichnete aufnehmen könnte.

Der Proband dachte außerdem aufgrund der Darstellung mit den verschiebbaren Kästchen zu sehr in Regionen. Er merkte an, dass er diese Regionen, statt Formen zu zeichnen, einfach anmalen möchte. Es wurde dem Probanden erklärt, dass das nicht dem Konzept der Applikation entspricht.

Im Vergleich mit den anderen Probanden hatte diese Testperson mehr Probleme, sich mithilfe des Prototyps die spätere Applikation vorzustellen.

### **Verbesserungen**

In diesem Test wurden sehr viele Vorschläge für Verbesserungen gemacht, die allerdings für den Paper-Prototyp nicht umsetzbar waren. Sie werden aber zum Teil in Abschnitt 5.2 diskutiert, da sie für die spätere Applikation dennoch relevant sind.

#### **4.3.5 Proband 4**

Der vierte Proband war 28 Jahre alt und hatte laut eigenen Angaben keine musikalische Vorbildung und auch kein Interesse an der Schaffung von Musik. Er spielt kein Instrument und kann nicht Noten lesen. Der Proband ist damit Gruppe 4 zuzuordnen.

### **Benötigte Zeit**

Diese Testperson benötigte die gesamte Stunde zum Zeichnen der Komposition. Es wurde dabei (aufgrund der fehlenden musikalischen Erfahrung) mehr Zeit mit dem Finden der richtigen Tonhöhe und des richtigen Timings verbracht als mit dem Zeichnen der richtigen Anregungsarten und Materialien.

### Vorgehensweise

Der Proband öffnete gleich zu Beginn den Practice-Modus und hörte sich die vier verschiedenen *Bow*-Klänge in den vier Materialien und anschließend geschlagenes und gezupftes Glas an. Er zeichnete geschlagenes Glas für Teil 2, legte die Form dabei wie auch die vorigen Probanden neben die Linie und erwartete, dass der Klang auf den Schlag zu hören sein würde.

Danach zeichnete der Proband Teil 1 und verwendete dabei zum Finden von Anregungsart und Material (*Strike*, Plastik) erneut den Practice-Modus. Er entschied sich zuerst für *Pick*, Holz, und begründete dies damit, dass dieser Teil im Originalstück für ihn wie ein gezupfter Bass klang. Da er den Klang dann doch nicht mit dem Originalstück in Verbindung bringen konnte, probierte er außerdem gestrichene Klänge in den Materialien Holz bzw. Plastik aus.

Erst nach erneutem Probehören im Practice-Modus entschied sich der Proband dazu, geschlagenes Plastik zu zeichnen. In diesem Fall zeichnete er allerdings auch zuerst ein Dreieck (für gezupft) und wurde darauf hingewiesen, dass für die Anregungsart *Strike* ein Kreis die richtige Form ist.

Nachdem der Proband Teil 1 für den ersten Takt fertig gezeichnet hatte, konzentrierte er sich auf Teil 2 und zeichnete auf Anrieb gestrichenes Glas. Hier hatte er Probleme bei der Länge des Klangobjektes und wie diese darzustellen ist. Nachdem er zuerst drei Vierteltöne unabhängig voneinander zeichnete und seine Komposition Probe hörte, entschied er sich dann dafür, eine Form einfach länger (über einen ganzen Takt) zu zeichnen. Er merkte dabei an, dass er das bereits gezeichnete Objekt innerhalb der App nicht neu zeichnen, sondern durch Tippen und Ziehen verlängern würde.

Der Proband loopte Teil 1 danach über alle vier Takte. Auch er merkte, wie schon Proband 3, an, dass die geloopten Objekte halbtransparent angezeigt werden sollten, um dem User den Loop visuell zu verdeutlichen.

Zum Zeichnen von Teil 3 entschied sich dieser Proband sofort für gezupftes Metall und zeichnete diesen Teil danach mit lediglich leichten Problemen beim Finden der richtigen Tonhöhen.

Der Proband zeichnete für Teil 5 nach kurzem Probehören im Practice Modus sofort geblasenes Holz und auch hier nach einigen Neupositionierungen die richtige Melodie mit leichten Abweichungen zum Originalstück in der Tonlänge.

Die wiederkehrende Melodie in Teil 2 im dritten Takt zeichnete der Proband zwar ebenfalls richtigerweise als Glas, hatte hier aber Probleme damit, die Tonhöhen und die richtige Anregungsart herauszuhören. Er merkte später an, dass er hier aufgrund der gleichzeitig spielenden Klangobjekte aus Teil 5 die geschlagenen Glasklänge nur mehr schwer ihrer richtigen Tonhöhe bzw. Anregungsart zuordnen konnte.

Der Proband konzentrierte sich auch noch auf die Melodie aus Teil 3 (*Pick*, Metall) im vierten Takt, hatte jedoch nicht mehr genug Zeit, das Timing der Melodie vollständig

an das Originalstück anzupassen. Schlussendlich waren aber trotzdem alle Teile aus dem Originalstück in der Komposition des Probanden vorhanden und mit den richtigen Anregungsarten und Materialien gezeichnet.

### **Umgang mit Farben und Formen**

Der Proband wählte die richtigen Farben und Formen sehr schnell. Er bestätigte dies auch im anschließenden Fragebogen. Die Farben waren für den Probanden passend gewählt und er tat sich bei der Wahl der richtigen Formen und Farben leicht (trifft sehr zu). Auch beim Zeichnen der richtigen Tonhöhe und des richtigen Timings tat sich der Proband laut Selbsteinschätzung leicht (trifft sehr zu). Das klangliche Ergebnis hat dem entsprochen, was sich der Proband beim Zeichnen vorgestellt hat (trifft sehr zu).

Der Proband gab außerdem an, dass die Funktionen Loop und Kopieren für ihn nicht vollkommen selbsterklärend waren und er zunächst annahm, dass die Loop-Funktion nur zum Anhören gedacht sei.

### **Probleme**

Beim Löschen von bereits gezeichneten Formen nahm der Proband einfach das jeweilige Papierstück von der Zeichenfläche, da keine Funktion zum Löschen bereit gestellt wurde. Er merkte dies auch im abschließenden Fragebogen an.

Es zeigte sich, dass der Proband nur bestimmte Teile seiner Komposition Probe hören wollte. Er merkte an, dass es sinnvoll wäre, nur jene Teile abzuspielen, die gerade im iPad-Rahmen sichtbar sind. Während diese Idee für den Prototyp nicht unbedingt notwendig ist, da die ProbandInnen sowieso die Möglichkeit haben, verbal auf den gewünschten abzuspielenden Teil hinzuweisen, ist sie für die spätere Applikation dennoch sinnvoll.

Beim Zeichnen von Teil 2, wo die beiden gestrichenen Töne im Originalstück mit einem *legato* verbunden sind, entschied sich der Proband dafür, den zweiten Ton um eine Achtel vorzuziehen, um dem *legato* im Original nahe zu kommen. Er kam jedoch nicht auf die Idee, die beiden Formen visuell miteinander zu verbinden. Abbildung 4.26 zeigt die Idee des Probanden, verglichen mit der für die Applikation angedachten Variante zum Zeichnen von zwei *legato* gespielten Klangobjekten.

### **Verbesserungen**

Zum Löschen von bereits gezeichneten Klangobjekten wurde eine Schaltfläche mit einem Papierkorb eingeführt, die jederzeit in der linken unteren Ecke des iPad-Rahmens verfügbar ist. Die ProbandInnen konnten bereits gezeichnete Klangobjekte auf den Papierkorb ziehen, um diese zu löschen.

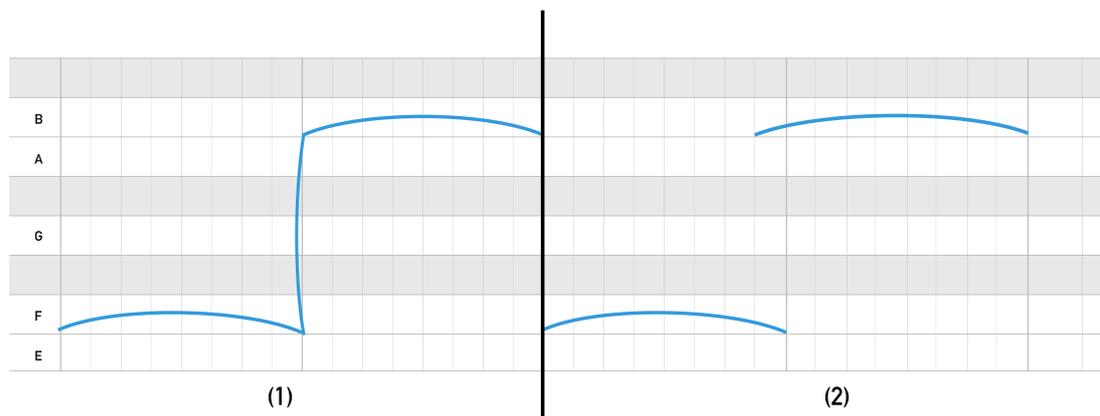


Abbildung 4.26. Proband 4 zog das zweite Klangobjekt um ein Achtel vor (2), um dem *legato* im Originalstück (1) gleichzukommen.

### 4.3.6 Probandin 5

Der Prototyp von *DAS* wurde mit einer fünften Probandin, einer 21-jährigen Nicht-Musikerin, getestet. Die Testperson merkte vor dem Test an, dass sie ihrer Meinung nach keinerlei musikalisches Talent besitze. Auch während des Testens schien die Probandin mehrmals überfordert mit der Aufgabe, ein vorgegebenes Musikstück nachzuzeichnen. Ihr wurde deshalb im Laufe des Tests bei Tonhöhen und Timing öfter geholfen als anderen ProbandInnen.

#### Benötigte Zeit

Auch diese Probandin benötigte die gesamte Stunde und hatte am Ende trotz der Probleme beim Nachzeichnen des vorgegebenen Stückes einen Großteil davon geschafft. Nachdem viel Zeit mit dem Finden der richtigen Tonhöhen verbracht wurde, wurde der Probandin bei der Platzierung der Klangobjekte in der y-Achse geholfen, damit sie sich auf das Zeichnen der richtigen Anregungsart-Material-Kombinationen konzentrieren konnte.

#### Vorgehensweise

Nachdem sich die Testperson das Originalstück angehört hatte, hatte sie zunächst Hemmungen, die richtigen Anregungsarten und Materialien über den Practice-Modus Probe zu hören, konnte aber auch keine Anregungsart und kein Material eindeutig identifizieren. Sie merkte an, dass geschlagenes Glas definitiv im Musikstück vorkomme, sie aber noch nicht zuordnen könne, an welcher Stelle.

Sie entschied sich trotzdem für die Auswahl des Materials Glas und zeichnete einen Kreis, begann also mit dem Zeichnen von Teil 2. Nachdem sie einige Tonhöhen ausprobiert hatte und nicht zufrieden war, merkte sie selbst an, dass sie sich von nun an nicht mehr auf die Tonhöhen, sondern mehr auf die verschiedenen Teile konzentrieren

wollte. Die Probandin zeichnete in diesem Teil drei Töne geschlagenes Glas; die richtige Melodie wurde anschließend vom Experimentsleiter für die Probandin aufgelegt.

Beim anschließenden Zeichnen von Teil 1 entschied sich die Probandin zuerst für geschlagenes Holz und legte das Klangobjekt wie im Originalstück auch zwei Oktaven tiefer als die Töne aus Teil 2. Hier merkte sie jedoch an, dass sie beim Verschieben des iPad-Rahmens die Klangobjekte in den oberen Tonhöhen nicht mehr sehen würde, ein Problem, das in der späteren Applikation durch ein- und auszoomen behoben werden kann.

Nach neuerlichem Probehören entschied sich die Probandin beim Material in Teil 1 korrekterweise um und zeichnete die Töne nun in Plastik. Zum Löschen des bereits gezeichneten geschlagenen Holz-Klangobjekts benutzte die Probandin erstmals die nun zur Verfügung stehende Schaltfläche, wobei sie zuerst auf das Klangobjekt und anschließend auf die Schaltfläche tippte.

Die Probandin zeichnete für diesen Teil zuerst die Töne jeweils neu, bevor sie darauf hingewiesen wurde, dass eine Kopieren-Funktion zur Verfügung steht. Sie benützte diese Funktion anschließend auch.

Die Probandin identifizierte den Klang in Teil 4 zuerst als Metall. Im Practice-Modus probierte sie gestrichenes und geblasenes Metall aus, war jedoch nicht zufrieden und ließ diesen Teil daher aus. In Teil 2 zeichnete sie sofort richtig gezupftes Metall. Auch die richtigen Tonhöhen und das richtige Timing (innerhalb der Melodie) wurden in diesem Teil von der Probandin selbst korrekt gelegt.

Für Teil 5 entschied sich die Probandin mithilfe des Practice-Modus für geblasenes Holz, zeichnete jedoch zuerst unabsichtlich einen Bogen für die Anregungsart *Bow*. Die Probandin kopierte die Töne aus dem ersten Takt, Teil 1, und fügte sie in Takt 3 und Takt 4 ein. Takt 2 ließ sie hier frei. Auch den letzten Ton in Takt 4 zeichnete sie nicht mehr.

Für den Ganzton aus Teil 5 im vierten Takt hörte die Probandin mehrmals geblasenes Holz und geblasenes Plastik Probe und merkte an, dass die Unterscheidung der beiden Materialien in dieser Anregungsart für sie sehr schwierig ist. Sie entschied sich schlussendlich doch erneut für das Material Holz und zeichneten den Ganzton wie im Originalstück, wobei sie allerdings zuerst acht Achteltöne zeichnete und sie anschließend miteinander verband.

### **Umgang mit Formen und Farben**

Diese Probandin hatte zwar mehr Probleme bei der Wahl der richtigen Formen und Farben als andere ProbandInnen, wählte schlussendlich aber doch in allen von ihr gezeichneten Teilen die richtige Anregungsart-Material-Kombination. Sie gab an, sich bei der Wahl der richtigen Farben (trifft sehr zu) und Formen (trifft eher zu) leicht getan zu haben. Beim Zeichnen der richtigen Tonhöhen und des richtigen Timings gab die Probandin an, sich schwer getan zu haben. Im Gespräch wies sie jedoch darauf

hin, dass diese Tatsache nichts mit Unverständnis für die Applikation und dem Raster auf der Zeichenfläche, sondern nur mit ihrer fehlenden musikalischen Erfahrung zu tun hatte.

### **Probleme**

Auch nachdem sich die Probandin schon für eine Anregungsart-Material-Kombination entschieden hatte, war sie sich meist nicht sicher, ob es die richtige war und probierte viele Kombinationen aus. Sie merkte an, dass es für sie schwierig war, Metall und Glas zu unterscheiden (v. a. bei geschlagenen Klängen).

Es fiel auf, dass die Probandin Probleme damit hatte, die einzelne Teile gedanklich zu separieren, weshalb sie auch jeweils nur einen Ton der gleichen Anregungsart-Material-Kombination zeichnete und sich anschließend auf einen anderen Teil konzentrierte. Während diese Vorgehensweise beim späteren Verwenden der App als Skizzenbuch für eigene Ideen natürlich nicht falsch ist, macht sie das Nachzeichnen eines vorgegebenen Stückes weitaus schwieriger.

Beim Zeichnen des richtigen Timings hatte die Probandin ebenfalls Probleme. Es fiel ihr schwer, sich beim Anhören ihrer eigenen Komposition vorzustellen, wo sich der virtuelle Abspielmarker gerade befindet. Es wurde der Probandin daher zeitweise vom Experimentsleiter angezeigt, welcher Takt und welcher Schlag aktuell im Musikstück abgespielt wird.

### **Verbesserungen**

Es wurden keine Verbesserungen am Prototyp vorgenommen.

#### **4.3.7 Proband 6**

Der sechste und letzte Proband, mit dem der Prototyp von *DAS* getestet wurde, war ein 23-jähriger Student. Der Proband gab an, weder ein Instrument zu spielen noch Noten lesen zu können oder eine musikalische Ausbildung absolviert zu haben und ist somit in Gruppe 4 einzuordnen. Er hat jedoch aufgrund seiner Erfahrung als Chorsänger dennoch mehr musikalische Erfahrung als die ProbandInnen 4 und 5 aus der gleichen musikalischen Gruppe. Dies zeigte sich auch beim Testen des Prototyps, wo er sehr schnell und vollständig das Originalstück nachzeichnen konnte.

### **Benötigte Zeit**

Die Testperson beendete das Experiment nach 52 Minuten und hatte zu diesem Zeitpunkt alle im Originalstück vorkommenden Teile nachgezeichnet.

### Vorgehensweise

Auch dieser Proband konzentrierte sich zuerst auf Teil 1 und wählte dazu sofort richtigerweise *Strike*, Plastik als Anregungsart-Material-Kombination aus. Mithilfe des Practice-Modus suchte der Proband für diese Kombination die richtige Tonhöhe und zeichnete ein Klangobjekt, das er anschließend kopierte und an den richtigen Stellen im Stück einfügte (er zeichnete bereits alle vier Takte).

Beim Zeichnen von Teil 2 entschied sich der Proband ebenfalls sofort richtig für geschlagenes Glas und hatte auch hier keine Probleme beim Zeichnen der richtigen Melodie und des richtigen Timings. Er kopierte den gezeichneten Teil aus Takt 1 und fügte ihn in Takt 3 ein. Den letzten Ton dieses Teils zeichnete er wieder ein.

Für Teil 4 schien sich der Proband zuerst sicher zu sein, dass die Anregungsart *Blow* richtig wäre und hörte sich alle vier möglichen Materialien zu dieser Anregungsart im Practice-Modus an. Erst nach erneutem Anhören des Originalstücks und Ausprobieren im Practice-Modus entschied er sich für gestrichenes Glas und zeichnete dazu zuerst eine Achtelnote, die er anschließend auf einen Ganzton verlängerte.

Nach neuerlichem Anhören des Originalstückes revidierte der Proband seine Entscheidung, in Takt 3 gestrichenes Glas zu verwenden und entschied sich stattdessen mithilfe des Practice-Modus für geblasenes Holz. Er wollte dann das bereits gezeichnete Klangobjekt in Material und Anregungsart ändern und fand dazu keine Funktion vor. Er löschte deshalb das Klangobjekt und zeichnete es neu, nun als geblasenes Holz.

Beim Zeichnen von Teil 3 hörte der Proband zuerst alle Materialien jeweils in den Anregungsarten *Strike* und *Pick* an, bevor er sich korrekterweise für gezupftes Metall entschied. Lediglich im Timing wich die Komposition des Probanden hier leicht vom Originalstück ab. Der Proband zeichnete anschließend in Takt 4 die restlichen Klangobjekte dieses Teils ebenfalls als gezupftes Metall, hier auch mit dem richtigen Timing.

Die fehlenden Töne der Melodie in Teil 5 zeichnete der Proband wieder als geblasenes Holz. Hier entschied er sich nun dazu ein *legato* einzuzeichnen, verwarf das jedoch wieder, als er es Probe gehört und mit dem Originalstück verglichen hatte.

Nachdem der Proband das gesamte Originalstück noch einmal mit seiner Komposition verglichen hatte, hörte er auch die einzelnen Takte jeweils im Original und in seiner eigenen Komposition Probe und beendete dann das Experiment.

### Umgang mit Farben und Formen

Der Proband hatte sowohl in der Selbsteinschätzung als auch nach Einschätzung der Experimentsleiter keinerlei Probleme bei der Wahl der richtigen Formen und Farben respektive Anregungsarten und Materialien. In vielen Fällen wählte er auf Anhieb die richtige Anregungsart-Material-Kombination aus.

Der Proband merkte an, dass ihm die Hilfe der Applikation bei der genauen Positionierung (Quantisierung) der Objekte in der Zeitachse im Prototyp gefehlt habe. Er fand

allerdings auch, dass der Überblick über die gesamte Komposition sehr gut funktioniert hat.

Die Formen zu den Anregungsarten *Bow* und *Blow* waren für den Probanden sehr intuitiv, während er bei *Strike* und *Pick* länger überlegen musste, welche Form zu welcher Anregungsart passt.

### Probleme

Der Proband hatte lediglich einmal Hemmungen, ein Klangobjekt auf einer Tonhöhe zu platzieren, wo zur gleichen Zeit bereits ein anderes Klangobjekt lag. Im Prototyp wurde dadurch das untere Klangobjekte (durch die Arbeit mit losen Zetteln) verdeckt. Auch beim Probehören war der Proband dann kurz verwirrt, da er das Klangobjekt zwar hörte, aber nicht sah.

### Verbesserungen

Es wurden keine Verbesserungen am Prototyp vorgenommen.

#### 4.3.8 Ergebnisse der ProbandInnen

Tabelle 4.2 zeigt die Ergebnisse aller ProbandInnen. Proband 0 (Selbstversuch) ist nicht repräsentativ und wird daher in dieser Auflistung nicht angeführt. Das prozentuelle Ergebnis errechnet sich daraus, wie genau die von den ProbandInnen gezeichneten Klangobjekte dem Original entsprechen. Dabei werden für jedes Klangobjekt Tonhöhe, Timing, Tonlänge, Material und Anschlagsart bewertet. Anschlagsart und Material werden höher gewichtet, da auf diese beiden Parameter beim Testen des Prototyps besonderes Augenmerk gelegt wurde. Die Gewichtung der fünf Parameter wurde wie folgt vorgenommen: Tonhöhe (15 Prozent), Timing (10 Prozent), Tonlänge (15 Prozent), Material (30 Prozent), Anschlagsart (30 Prozent). Jeder Parameter wurde nur mit richtig oder falsch bewertet.

Tabelle 4.2. Die errechneten Ergebnisse der ProbandInnen beim Testen des Prototyps.

ProbandIn	Musikalische Gruppe	Ergebnis in %
1	1	82,00
2	2	86,16
3	1	100,00
4	4	92,16
5	4	60,00
6	4	99,00

## 5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert, welche die Methoden zur Evaluierung der aufgestellten Hypothesen aus Abschnitt 1.2 hervorgebracht haben. Es soll festgestellt werden, ob die Ergebnisse mit den Erwartungen, die vor der Durchführung der drei Experimente formuliert wurden, korrespondieren und was die Gründe dafür sind, dass sie es eventuell nicht tun.

### 5.1 Experimente 1 und 2

Wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, war das Hauptziel des ersten Experimentes die Findung von Antwortmöglichkeiten für den Fragebogen in Experiment 2. Es sollte ein grundsätzliches Stimmungsbild über die Visualisierung der definierten vier Anregungsarten in mehreren Varianten (als Einzelton bzw. als Tonfolgen, *legato* oder *non legato* gespielt) eruiert werden.

Mithilfe dieser Antworten sollten in Experiment 2 pro Sound drei Antwortmöglichkeiten bereitgestellt werden, von denen im besten Fall eine von einer klaren Mehrheit der ProbandInnen bestätigt werden würde. Mithilfe dieser beiden Experimente sollte also die Hypothese bestätigt werden, dass Personen unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlichen musikalischen Vorkenntnissen die gegebenen Sounds gleich oder ähnlich visualisieren. In Abschnitt 3.1.3 wurde definiert, dass pro Sound eine Visualisierungsform von mindestens 80 Prozent der ProbandInnen bestätigt werden sollte. Das war, wie die Abschnitte 4.1 und 4.2 zeigen, nicht der Fall.

Ebenfalls wurde erwartet, dass Einzeltöne und Akkordzerlegungen der gleichen Anregungsarten mit den gleichen Formen (im Falle des Dreiklages drei Mal aufsteigend wiederholt) visualisiert würden. Während das in Experiment 1 noch von einem Großteil der ProbandInnen so gehandhabt wurde, zeigen die Ergebnisse aus Experiment 2 wieder ein völlig anderes Bild. Bei keiner der vier Anregungsarten wurden im Gesamt-Ergebnis für die Dreiklang-Tonfolgen die gleichen Formen gewählt, wie bei den jeweiligen Einzeltönen. Das heißt nicht, dass einzelne ProbandInnen nicht trotzdem die gleichen Formen gewählt hätten wie beim Einzelton.

Auch die im Vorhinein definierten Formen für die vier Anregungsarten (siehe Abbildung 3.1) wurden von den ProbandInnen nicht bestätigt. Vor allem in den Einzeltönen wurden hier hauptsächlich andere Formen gewählt. Im Folgenden werden die erwarteten Formen zu den vier Anregungsarten mit jenen verglichen, die bei Experiment

2 vom Großteil der ProbandInnen ausgewählt wurden, und mögliche Gründe für den Unterschied zwischen Erwartung und Ergebnis diskutiert.

### Bow

Abbildung 5.1 zeigt eine Gegenüberstellung der im Vorhinein definierten Visualisierungen (oben) für diese Anregungsart im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung *legato* (2) bzw. *non legato* (3) mit den Ergebnissen aus Experiment 2 (unten).

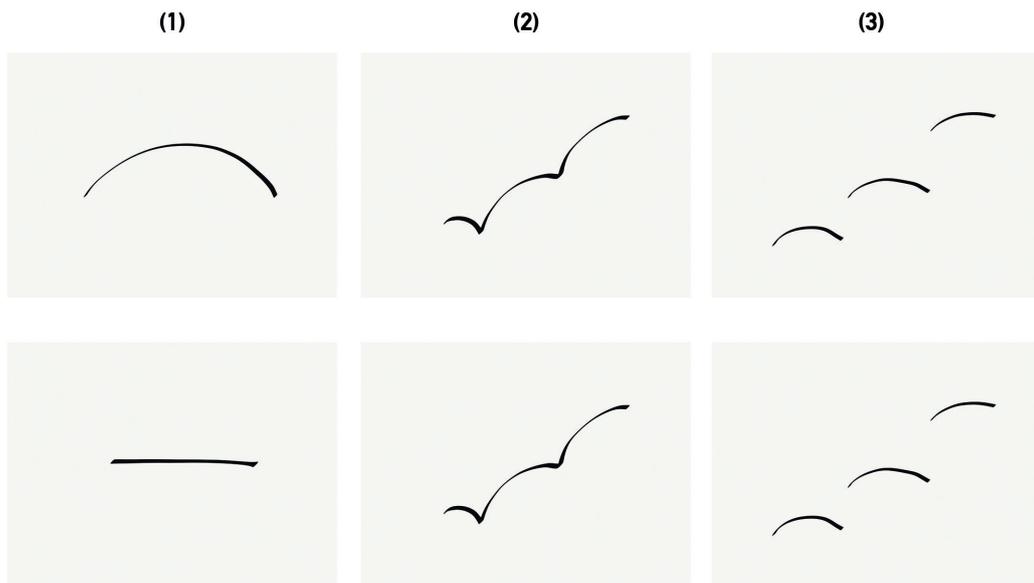


Abbildung 5.1. Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse aus Experiment 2 (unten) für die Anregungsart *Bow* im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung *legato* (2) bzw. *non legato* (3).

In der Dreiklang-Tonfolge wurden also die Erwartungen bestätigt, während im Einzelton eine andere Form als richtig empfunden wurde. Beim Einzelton ist das wahrscheinlich vor allem damit zu erklären, dass der Bogen in seiner sich in der Höhe verändernden Form mit keinem konstanten Ton assoziiert wird. Diese verändernde Höhe könnte von den ProbandInnen als Änderung in der Tonhöhe oder in der Lautstärke empfunden worden sein, die mit dem abgespielten Klang, der in Tonhöhe und Lautstärke vollkommen konstant ist, nicht zusammen passt.

Dass die ProbandInnen bei der Akkordzerlegung trotzdem auf die Bögen zurück gegriffen haben, ist eventuell damit zu erklären, dass die nun im Sound veränderte Tonhöhe durch die in der y-Achse verschieden angeordneten Bögen repräsentiert wird und die Veränderung eines einzelnen Bogens nun nicht mehr so sehr ins Gewicht fällt. Außerdem standen mit den Ergebnissen aus Experiment 1 jetzt im *legato* bzw. im *non legato* die für manche ProbandInnen als eventuell richtig zu wählenden geraden Linien

nicht mehr bzw. nicht mehr in der richtigen Form zur Wahl. So konnte zum Beispiel bei Sound 5 (*non legato*) nur zwischen nicht verbundenen Bögen, verbundenen Bögen und verbundenen geraden Linien gewählt werden. Möglicherweise entschieden sich also einige ProbandInnen nur deshalb für die Bogenform und nicht für die geraden Linien, weil diese als einzige der drei Antwortmöglichkeiten nicht verbunden gezeichnet war. Interessant ist hier jedoch, dass in Experiment 1, beim Freien Zeichnen, *legato* und *non legato* noch viel weniger mit verbundenen und nicht verbundenen Formen assoziiert wurden.

Wie bei allen Formen und Klängen ist auch hier durch die Benennung des Klanges als “*Bow*” im Fragebogen bzw. in der Vorlage zum Freien Zeichnen eine gewisse Beeinflussung der ProbandInnen gegeben. Einige ProbandInnen merkten das im Fragebogen auch an. Diese Vorgabe war aber bewusst so gewählt. Die Einschränkungen, vor allem beim Freien Zeichnen, aber auch beim Fragebogen waren sehr gering. Es wurden Klänge abgespielt, die (im Falle der Einzeltöne) in keinerlei Kontext zu anderen Klängen standen. Auch bei den Tonfolgen der Akkordzerlegung standen die Töne nur mit den jeweils anderen beiden im Kontext, nicht aber mit einem großen Ganzen. Es war daher wichtig, zumindest durch die Benennung der Klänge mit ihren Anregungsarten eine Vorgabe zu schaffen. Es darf nicht vergessen werden, dass die Evaluierung der Klänge immer im Kontext der Applikation *DAS* gesehen werden muss und die vorgespielten Sounds daher möglichst frei, aber nicht vollkommen frei interpretiert werden sollten.

## **Blow**

Es wurde bereits in Abschnitt 3.1.3 erwähnt, dass bei den Überlegungen im Vorfeld der Durchführung aller Experimente für diese Anregungsart am wenigsten eine eindeutige Form definiert werden konnte. Während bei *Bow* und *Pick* die physischen Formen der Hilfsmittel zum Erzeugen (Bogen als Hilfsmittel beim Streichen und das Dreieck als Symbol für das Plektrum, das zum Zupfen einer Saite verwendet werden kann) sinnvoll schienen, war es vor allem der Kreis bei *Strike*, der im Vorfeld am eindeutigsten auf Einigkeit stieß.

Nun wurden aber für die Anregungsart *Blow* mehrere Formen als möglich erachtet: ein Kreis als Symbol für das Mundstück, in das hinein geblasen wird, eine gerade Linie aufgrund der Geradlinigkeit, die geblasene Töne auszeichnet oder eben die definierte Maschenform, die den Luftstrom symbolisieren soll, der beim Anblasen eines Instrumentes für die Tonerzeugung sorgt. Dieses letzte Symbol schien im Sinne der Abgrenzung zu den anderen definierten Formen und vor allem auch im Sinne der (unendlichen) Erweiterbarkeit in seiner Länge (offene Form) am sinnvollsten.

*Bow* und *Blow* wurden im Vorfeld als *offene* Anregungsarten definiert, was bedeutet, dass ein Ton beliebig lang oder kurz gespielt werden kann, ohne an Intensität zu verlieren. In der Realität ist das natürlich aufgrund der physischen Einschränkungen der InstrumentalistInnen selten möglich, in der synthetischen Musik aber sehr wohl.

Vor allem unterscheiden sich diese Anregungsarten damit von *Strike* und *Pick*, die als *geschlossene* Anregungsarten definiert wurden. Hier wird ein kurzer Impuls verwendet, um den Ton anzuregen. Der Impuls kann in seiner Länge nicht verändert werden. Es wurde daher als sinnvoll empfunden, für die offenen Anregungsarten gleichbedeutend offene (also beliebig in der Länge veränderbare) Formen zu definieren und für die geschlossenen Anregungsarten auch geschlossene Formen.

Nun aber zurück zu den Erwartungen an die Formen für die Anregungsart *Blow*. In Abbildung 5.2 werden wieder die erwarteten Formen für Einzelton und Akkordzerlegung *legato* und *non legato* mit den Ergebnissen aus den Experimenten verglichen.

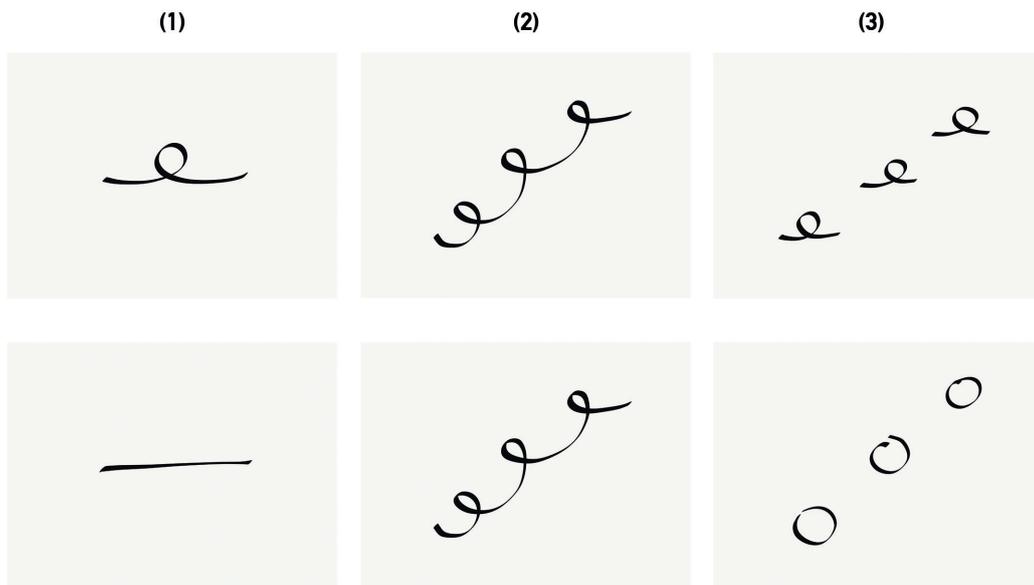


Abbildung 5.2. Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse (unten) für die Anregungsart *Blow* im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung *legato* (2) bzw. *non legato* (3).

Dass bei dieser Anregungsart erneut die gerade Linie für den Einzelton gewählt wurde, ist wahrscheinlich auf ähnliche Gründe zurückzuführen, wie sie bereits bei *Bow* angeführt wurden. Die Maschenform symbolisierte eventuell für viele Personen eine sich verändernde Toncharakteristik, die im Klang nicht zu hören war. Für die *legato* gespielte Tonfolge wurde sie aber wieder als passend empfunden. Hierfür könnte aber ein Grund sein, dass die synthetisierten Tonfolgen im *legato* zur Verdeutlichung im Sound etwas übertrieben dargestellt wurden. Das *legato* könnte also nicht mehr nur als miteinander verbundene Töne, sondern als eigene Toncharakteristik zwischen den Tönen mit sich verändernder Tonhöhe empfunden worden sein, zu der die Maschenform passt.

Dass allerdings im *non legato* nun die geschlossene Kreisform von den meisten Personen gewählt wurde, ist besonders überraschend. Es ist aber zu erwähnen, dass sich die ProbandInnen hier sehr uneinig waren; nur für 37 Prozent der ProbandInnen war diese

Visualisierungsart die richtige. Auch konnte sich hier eine vergleichsweise hohe Zahl an ProbandInnen für keine der drei Antwortmöglichkeiten entscheiden.

Was dennoch auffällt sind die großen Unterschiede, wie Einzeltöne und Tonfolgen der gleichen Anregungsart von vielen ProbandInnen gesehen wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass viele ProbandInnen im Fragebogen beim Einzelton eine bestimmte Form wählten, sich aber bei den Tonfolgen für andere Formen entschieden. Auch zwischen *legato* und *non legato* gespielten Tonfolgen wurden große Unterschiede in der Wahl der Formen festgestellt.

Das zeigt, dass die Auswahl ohne den Kontext, wie die Formen in der Applikation später verwendet werden sollen, nicht sinnvoll ist. Vergleicht man die Ergebnisse einzelner ProbandInnen in Experiment 1 (freies Zeichnen), so wurden hier viel öfter die gleichen Formen für Einzeltöne und Tonfolgen gewählt als dann im Fragebogen.

### **Pick**

Für diese Anregungsart wurde das Dreieck als Symbol erwartet. Eine geschlossene Form sollte die geschlossene Klangerzeugung symbolisieren. Das Dreieck wurde im Vorfeld aufgrund seiner Ähnlichkeit zu einem – vor allem beim Spielen einer Gitarre – verwendeten Plektrum gewählt. Auch schien es im Vergleich zu anderen möglichen geschlossenen Formen, wie dem Kreis oder dem Viereck, am besten zu den klanglichen Eigenschaften einer gezupften Saite zu passen.

In Experiment 1 wurde das Dreieck, vor allem in offener Form, von einigen ProbandInnen gezeichnet. Dabei fiel auf, dass es vor allem mit der Spitze nach unten zu dem vorgespielten Klang zu passen schien. Während auch Zeichnungen mit der Spitze nach oben gemacht wurden, zeichnete keine einzige Person die Spitze nach links oder rechts oder das Dreieck in einer anderen Form gedreht. Während Saiten nach oben und nach unten (im Falle von Instrumenten wie der Gitarre, wo sich die Saiten beim Spielen in der Horizontalen befinden) aber auch nach links und rechts (beim vertikal gespielten Instrumenten wie dem Kontrabass, dem Cello oder der Harfe) bzw. nach vorne und hinten (bei liegenden Instrumenten wie der Violine oder der Viola) gezupft werden können, wird der gezupfte Sound dennoch vor allem mit einer nach unten zeigenden Spitze verbunden.

Das zeigt sich nicht nur beim Dreieck selbst, sondern auch beim Häkchen (gleich einem offenen Dreieck, wie es von vielen Personen in Experiment 1 gezeichnet wurde), das ebenfalls mit der “Spitze” nach unten gezeichnet wurde. Abbildung 5.3 zeigt die erwarteten Formen für Einzelton und Akkordzerlegung verglichen mit den Ergebnissen aus den Experimenten. Es gibt bei *Strike* und *Pick* jetzt kein *legato* mehr.

Im Vergleich zu den anderen Anregungsarten zeigt sich hier zumindest eine Konsistenz zwischen Einzelton und Tonfolge; es wurde mehrheitlich die gleiche Form gewählt. Ein möglicher Grund dafür, dass das Häkchen dem Dreieck vorgezogen wurde, ist die Klangcharakteristik des für die Experimente vorbereiteten Zupfen-Sounds. Dieser ist

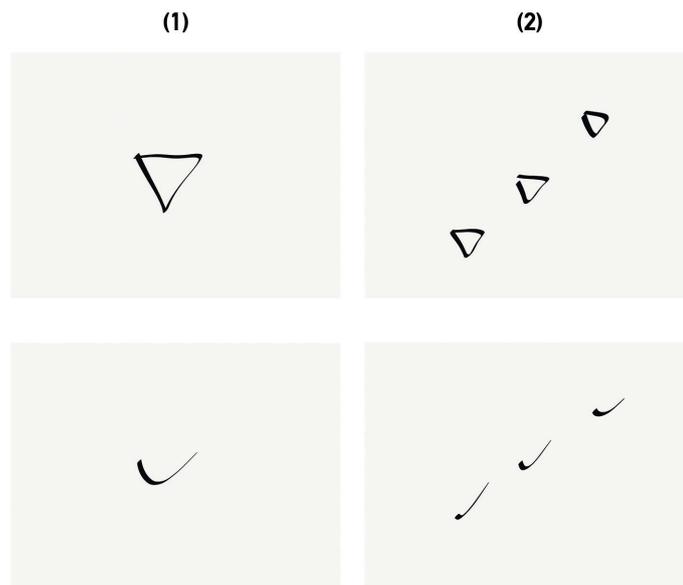


Abbildung 5.3. Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse (unten) für die Anregungsart *Pick* im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung (2).

sehr hoch, sehr kurz, und wirkt sehr “leicht”. Möglicherweise erschien das Dreieck, vor allem beim Einzelton, für viele ProbandInnen als zu massiv. Gleichsam könnte die geschlossene Form des Dreiecks mit der dann doch in einer Art und Weise offenen Wirkung des Klanges nicht assoziiert worden sein. Die ProbandInnen wurden im Vorhinein nicht über die Überlegungen zu offenen und geschlossenen Sounds respektive Formen informiert, hatten also diesbezüglich keinen Anhaltspunkt.

### Strike

Bei dieser Anregungsart herrschte überraschenderweise die meiste Uneinigkeit bei den ProbandInnen hinsichtlich der richtigen Visualisierungsart. Im Vorhinein wurden folgende Überlegungen zur Form für diese Anregungsart gemacht: In der instrumentalen Welt werden geschlagene Klänge meist von Trommeln produziert. Die physische Beschaffenheit dieser Instrumente (rund), die punktuelle Anregung, oft mithilfe eines Schlägels, und die anschließende kreisförmige Ausbreitung führten zu der Annahme, dass ein Kreis die am ehesten richtige Form für diese Anregungsart sei.

Nun wurde im Sinne der Konsistenz mit den Klängen der anderen Anregungsarten für den zu beurteilenden Sound eine bestimmte und vergleichsweise hohe Tonhöhe gewählt. Dieser Klang unterscheidet sich relativ deutlich von “klassischen” Trommel-Klängen, die mit der Anregungsart *Strike* verbunden werden. Das könnte der Grund sein, dass die Ergebnisse bei dieser Anregungsart nicht eindeutig waren und die Erwartungen, wie in 5.4 abgebildet, zwar bestätigt wurden, aber die Ergebnisse nicht eindeutig ausfielen.

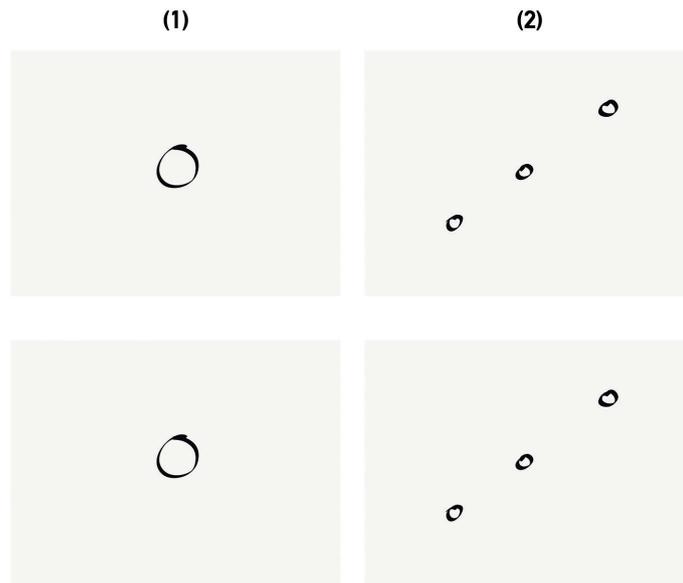


Abbildung 5.4. Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse (unten) für die Anregungsart *Strike* im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung (2).

Die erwarteten Antworten wurden im Einzelton nur von 36 Prozent und in der Tonfolge von zwar immerhin 48 Prozent, aber damit immer noch weniger als der Hälfte der ProbandInnen bestätigt.

In Experiment 1 zeichneten hier viele Personen Punkte, die anschließend mit allen gezeichneten Kreisen zusammengefasst wurden. Bei einem so kurzen und hohen Klang wäre es möglich, dass sich mehr Personen für den Kreis entschieden hätten, wenn er kleiner bzw. als Punkt als Antwortmöglichkeit zur Verfügung gestellt worden wäre.

Im ersten Experiment sollten die ProbandInnen durch wenige Vorgaben möglichst gering eingeschränkt werden. Die sehr unterschiedlichen Ergebnisse zeigen aber, dass striktere Vorgaben im Kontext der Applikation sinnvoll gewesen wären. Vor allem die Unterschiede, die viele ProbandInnen zwischen der Visualisierung von Einzeltönen und Tonfolgen der gleichen Anregungsart machten, wären wohl so nicht gemacht worden, wenn sie das Konzept von *DAS* vor dem Zeichnen gekannt hätten.

Auch innerhalb der musikalischen Gruppen konnten zum Großteil keine eindeutigen Ergebnisse gefunden werden und die Hypothese, dass Personen unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlichen musikalischen Kenntnissen die vorgegebenen Klänge gleich oder ähnlich visualisieren, konnte durch die Experimente 1 und 2 nicht belegt werden.

Die Ergebnisse aus diesen beiden Experimenten wurden aufgrund ihrer fehlenden Eindeutigkeit nicht für die Evaluierung des Prototyps herangezogen. Es sollte stattdessen herausgefunden werden, ob die Testpersonen mit den bereits vor der Forschung definierten Formen (Bogen, Masche/Schleufe, Dreieck und Kreis) intuitiv arbeiten kön-

nen würden, obwohl sie in den Experimenten 1 und 2 nicht oder nur zum Teil von den ProbandInnen bestätigt wurden.

## 5.2 Prototyp

Mit dem Prototyp sollten die Formen nun also im Kontext der Applikation evaluiert werden. Zusätzlich waren nun auch die Farben für die vier definierten Materialien (Glas, Metall, Holz und Plastik) relevant. Außerdem sollte der vorgegebene Raster in x- (Zeit) und y-Richtung (Tonhöhe) auf seine Intuitivität und Sinnhaftigkeit geprüft werden. Die Hypothese, dass mit nur wenigen visuellen Veränderungen die notwendigen musikalischen Parameter dargestellt werden können, um ganze Musikstücke mit mehreren Instrumenten zeichnen zu können, wurde mithilfe des Prototyps bestätigt.

Sechs ProbandInnen zeichneten ein vorgegebenes Musikstück mithilfe des Paper-Prototyps der späteren Applikation nach und konnten zum Großteil sehr gute Ergebnisse (das arithmetische Mittel der prozentuellen Genauigkeit aller ProbandInnen beim Nachzeichnen beträgt 86,55 Prozent) erreichen. Auch ProbandInnen mit wenig musikalischen Vorkenntnissen konnten die Applikation mithilfe des Prototyps verwenden und alle ProbandInnen bewerteten die Applikation und ihre Intuitivität hinsichtlich Formen, Farben, Timing und Tonhöhen aufgrund des Prototyps als positiv.

Es zeigte sich, dass die Farben für die Materialien für den Großteil der Testpersonen richtig gewählt waren und dass die Materialien einfach zu unterscheiden und in ihrem Klangcharakter größtenteils eindeutig waren. Vor allem bei den im nachzuzeichnenden Originalstück vorkommenden geschlagenen und gezupften Klängen hatte der Hauptteil der ProbandInnen kein Problem, die richtige Anregungsart und das richtige Material zu zeichnen. Etwas schwieriger, aber dennoch von einem Großteil der ProbandInnen schlussendlich richtig gezeichnet, waren die vorkommenden gestrichenen und geblasenen Klangobjekte zu unterscheiden. Der nach der ersten Probandin eingeführte Practice-Modus half jedoch allen anderen ProbandInnen dabei, durch Probegören der verschiedenen Anregungsart-Material-Kombinationen die richtigen Klänge zu finden.

Die vertikale Darstellung der Tonhöhe (y-Achse) war für alle ProbandInnen intuitiv sinnvoll. Es war für sie eindeutig, dass höhere Töne weiter oben und tiefere weiter unten zu positionieren sind. Auch die Tatsache, dass die Klangobjekte in die Zwischenräume zwischen zwei Linien zu legen sind, um die jeweilige Tonhöhe zu erreichen, war für die ProbandInnen intuitiv richtig. Ob das jedoch eventuell auf die Verwendung von auf den Raster zugeschnittenen Zetteln, auf welche die Klangobjekte zu zeichnen waren, zurückzuführen ist und in der Applikation, wo Klangobjekte frei im Raum zu zeichnen sind, anders gehandhabt wird, bleibt abzuwarten.

Unterschiede gab es beim Zeichnen des richtigen Timings und hier vor allem zwischen geschlossenen und offenen Formen respektive Klangobjekten. Im Vorhinein wurde es als richtig angenommen, dass offene Formen mit einem definierten Anfangs- und Endpunkt

von einer Linie zur nächsten zu zeichnen seien, während geschlossene Formen mit ihrem Mittelpunkt auf der Linie gezeichnet werden sollten (wie in Abbildung 4.24 dargestellt). Es zeigte sich im Laufe der Tests, dass diese Vorgehensweise für viele ProbandInnen nicht intuitiv bzw. zeitweise sogar verwirrend war. Die meisten Testpersonen zeichneten auch die geschlossenen Formen (Dreieck bzw. Kreis) neben die Linie und nicht darauf. Auch hier bleibt abzuwarten, ob diese Herangehensweise nicht nur auf die Verwendung der in Rastergröße vorbereiteten Zettel zurückzuführen ist und in der späteren Applikation dann anders vorgegangen wird.

Einige Bereiche der Applikation konnten im Prototyp nicht getestet werden. Sie sollen aber der Vollständigkeit halber trotzdem hier angeführt und diskutiert werden.

Ein sehr wichtiger Punkt, der im Paper-Prototyp nicht umgesetzt werden konnte, ist die Möglichkeit des Ein- und Auszoomens des Rasters. Es fiel aber auf, dass diese Funktion auch im Prototyp schon von einigen ProbandInnen verwendet worden wäre (sie merkten dies an). Durch Einzoomen sollen genauere Manipulationen bestehender Klangobjekte und durch Auszoomen ein Überblick über die gesamte Zeichenfläche und die Verteilung der Objekte im (musikalischen) Raum ermöglicht werden.

Zur Veränderung klanglicher Parameter, die ein Klangobjekt neben dem Material und der Anregungsart auszeichnen, soll es in der Applikation die Möglichkeit geben, dieses Klangobjekt zu selektieren und dann zu manipulieren. Dazu gehören beispielsweise die Anzahl an Obertönen, Filterkurven und sonstige Effekte, wie Hall oder Delays, die für die im Prototyp-Test vorkommenden Klänge voreingestellt und nicht veränderbar waren. Wichtig ist es dennoch, dass die Grundstruktur der synthetisierten Klänge nach Anregungsarten und Materialien vorgegeben ist und so deutlich bleibt, wie sie auch im Prototyp war. Geschlagenes Glas soll beispielsweise unabhängig von den angewandten Effekten in erster Linie nach geschlagenem Glas klingen.

Andere mögliche Erweiterungen, die auch im Zuge der Tests von ProbandInnen vorgeschlagen wurden, werden erst bei der späteren Entwicklung eines Software-Prototyps bzw. einer möglichen “Pro-Version” relevant. Deren detaillierte Beschreibung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

## 6 Fazit

Diese Arbeit hatte nicht das Ziel, eine universell gültige neue Notationsform zu schaffen. Es sollte jedoch ein neuer Zugang zur Verbildlichung von Klängen auf Basis eines musikalischen Raumes und im Kontext der Entwicklung einer Audio-Skizzenbuch-Applikation für das iPad gefunden werden, der für möglichst viele Personen unabhängig von ihren musikalischen Kenntnissen intuitiv ist.

Dass die Findung von Formen, die für alle befragten Personen intuitiv richtig sind, in den ersten beiden Experimenten nicht in der gewünschten Eindeutigkeit geschafft wurde, mag mit der unzureichenden Abgrenzung, an zu wenigen Vorgaben oder einfach an den verwendeten Klängen gelegen haben.

Positiv ist aber, dass, mit den zum Teil bestätigten und im Vorhinein festgelegten Formen für die vier Anschlagarten und den Farben für die vier Materialien, beim Testen des Paper-Prototyps sehr gute Ergebnisse erzielt wurden. Alle getesteten Personen konnten mit dem Paper-Prototyp das vorgegebene Musikstück für sie zufriedenstellend und mit hoher Genauigkeit nachzeichnen.

Es zeigte sich jedenfalls, dass durch die Reduzierung auf vier Anschlagarten und Materialien und dem damit einhergehenden geringen Lernaufwand im Hinblick auf Formen und Farben, diese nicht mehr wie ursprünglich angenommen von allen Personen als intuitiv richtig empfunden werden mussten. Nach kurzer Eingewöhnungszeit war es für alle ProbandInnen klar, dass beispielsweise der Kreis für einen geschlagenen Klang zu verwenden ist oder der Bogen für einen gestrichenen. Und das, obwohl in den ersten beiden Experimenten diese Formen nicht im gewünschten Ausmaß bestätigt wurden. Es bleibt die Frage, ob mit anderen Formen ähnlich gute Ergebnisse im Prototyp erreicht werden könnten und ob lediglich die Verwendung ausreichend unterschiedlicher Formen für die vier Anschlagarten notwendig sind.

Der Paper-Prototyp konnte zwar den wichtigsten Teil der Applikation darstellen, nämlich das Zeichnen der Formen und Farben im zeitlichen Verlauf und in den richtigen Tonhöhen. Jedoch konnten damit auch viele geplante Teile der Applikation nicht getestet werden. Dazu gehört vor allem die Positionierung der Klangobjekte im musikalischen Raum auf einer z-Achse, welche die räumliche Tiefe darstellt. In der Software-Applikation soll diese Positionierung durch eine weitere Ansicht ermöglicht werden. Klangobjekte können dann nach vorne oder hinten verschoben und so in ihrer Klangcharakteristik hinsichtlich Lautstärke und Raum (Hall) verändert werden. Auch die Veränderung anderer klanglicher Parameter und die Anwendung von Effekten auf ein-

zelle Klangobjekte ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht Teil der Applikation, soll aber später sehr wohl verfügbar sein, um noch mehr klangliche Möglichkeiten zu schaffen.

Mit den Ergebnissen aus dieser Arbeit konnte bestätigt werden, dass das Konzept des musikalischen Raumes und die Definition von vier Anschlagsarten und vier Materialien für eine Audio-Skizzenbuch-Applikation geeignet ist. Auch konnten bei der Evaluierung des Prototyps bereits Teile der Applikation hinsichtlich ihrer Bedienbarkeit getestet und ggf. verändert bzw. weiterentwickelt werden. Dazu gehören vor allem die bereitzustellenden Werkzeuge und deren Verfügbarkeit innerhalb der Benutzeroberfläche. Die Rückmeldungen der Testpersonen lassen außerdem sehr positiv auf die Anwendbarkeit einer solchen Applikation blicken. Fast alle ProbandInnen merkten an, dass sie die Applikation nutzen würden.

Es bleibt also ein Ausblick auf die Weiterentwicklung von *DAS*. Analog zum in dieser Arbeit entwickelten Paper-Prototyp soll ein erster Software-Prototyp entwickelt werden, der zusätzlich die angesprochene Erweiterung um die *z*-Achse enthält. An den festgelegten Formen und Farben kann dank der positiven Ergebnisse aus dieser Arbeit festgehalten werden. Die entwickelte Applikation soll weiter iterativ getestet und verbessert und anschließend in einer ersten Version gratis im App-Store verfügbar gemacht werden. Es sind außerdem Premium-Features angedacht, welche dann in einer bezahlten Version den NutzerInnen zur Verfügung gestellt werden könnten.

Das Ziel ist, dass die Applikation für eine Vielzahl an musikalisch interessierten Personen einen neuen Zugang bei der Schaffung bzw. Notation musikalischer Ideen ermöglicht. Die Intuitivität der Verwendung von Klangobjekten, die mit einfachen geometrischen Formen und mit Farben zur Definition ihrer Materialität gezeichnet werden, könnte schlussendlich auch zu einer Anwendung unabhängig vom digitalen Audio-Skizzenbuch führen und die in dieser Arbeit gezeigte Visualisierungsmethode kann eine sinnvolle Alternative zu klassischen bzw. modernen Notationsmethoden darstellen.

# Literaturverzeichnis

- Barrett, M. S. (2005). Representation, Cognition and Communication: Invented Notation and Children’s Musical Communication. In *Musical Communication*, pages 117–142.
- Cage, J. (1969). *Notations*. Something Else Press.
- Cantareira, G. D., Nonato, L. G., and Paulovich, F. V. (2016). Moshviz: A detail+overview approach to visualize music elements. *IEEE Transactions on Multimedia*.
- Ehrentraud, F. (2013). Soundia: Eine Applikation zum Erlernen musikalischer Zusammenhänge. Master’s thesis, Technische Universität Wien.
- Farnell, A. (2010). *Designing Sound*. The MIT Press.
- Goto, S., Kondo, N., and Mizuno, S. (2013). Rakugacky: making sounds with drawing. Technical report, Aichi Institute of Technology.
- Malinowski, S. (2017). Music animation machine.
- MuseScore (2017). Musescore documentation.
- Offermans, W. (1992). *Für den zeitgenössischen Flötisten. Zwölf Etüden für die Flöte mit Erläuterungen im Anhang*. Musikverlag Zimmermann.
- Rogers, M. R. (2004). *Teaching Approaches in Music Theory*. Southern Illinois University Press.
- Rora, C. (2004). Albert Welleks “musikalischer Raum” und ein Unterrichtsexperiment. *Musikpädagogische Forschung in Deutschland. Dimensionen und Strategien*.
- Salgado-Montejo, A., Marmolejo-Ramos, F., Alvarado, J. A., Arboleda, J. C., Suarez, D. R., and Spence, C. (2016). Drawing Sounds: Representing Tones and Chords Spatially. *Exp Brain Res*.
- Sauer, T. (2009). *Notations21*. Mark Batty Publisher.
- Smith, S. M. and Williams, G. N. (1997). A Visualization of Music. In *8th IEEE Visualization ’97 Conference*.

- Snyder, C. (2003). *Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces*. Morgan Kaufmann Publishers.
- von Hornbostel, E. M. and Sachs, C. (1914). Systematik der Musikinstrumente. Ein Versuch. *Zeitschrift für Ethnologie*.
- Ware, C. (2004). *Information Visualization*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Weekes, T. (2015). Mastering musical meaning: Images as interpretative resources in multimodal music texts. *Visual Communication*.
- Wolf, J. (1913). *Handbuch der Notationskunde*. Breitkopf & Härtel.

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Versuch der Darstellung eines Hundes mithilfe von Grundformen (nach einer Vorlage von <a href="http://www.kunstkurs-online.de/">http://www.kunstkurs-online.de/</a> ). . . . .	2
1.2	Die Anweisung zum Verbinden zweier Töne mit einem <i>legato</i> in der klassischen Notation. . . . .	7
2.1	Der musikalische Raum, der sich vor den Zuhörenden/Betrachtenden befindet und aus den drei Dimensionen Panorama (links-rechts), Tonhöhe (oben-unten) und räumlicher Tiefe (definiert durch die Lautstärke, Halligkeit bzw. Filterung, vorne-hinten) besteht. . . . .	12
2.2	<i>Für Elise</i> für Klavier von Ludwig van Beethoven in klassischer Notation (Quelle: <a href="http://www.klavier-noten.com">http://www.klavier-noten.com</a> ). . . . .	14
2.3	Ausschnitt aus der Erklärung grafisch notierter Etüden für Querflöte [Offermans (1992)]. . . . .	16
2.4	Ausschnitt aus dem von Rainer Wehinger grafisch notierten Stück <i>Artikulation</i> von György Ligety (Quelle: <a href="https://blogthehum.wordpress.com">https://blogthehum.wordpress.com</a> ). . . . .	17
2.5	<i>Alle meine Entchen</i> in MIDI-Notation. Zur Verdeutlichung wurden den Tönen unterschiedliche Velocities zugeordnet. . . . .	18
2.6	Darstellung der Parameter Tonalität (Farbe) und Bedeutung (Größe) in MoshViz [Cantareira et al. (2016)] . . . . .	19
2.7	Die vier Materialien mit ihren festgelegten Farben. . . . .	23
3.1	Die im Vorhinein erwarteten Formen für die vier Anregungsarten: (1) Strike, (2) Pick, (3) Bow, (4) Blow. . . . .	31
3.2	Die erwarteten visuellen Unterschiede zwischen <i>legato</i> (1) und <i>non legato</i> (2) am Beispiel einer Tonfolge aus drei aufeinander folgenden aufsteigenden Töne in der Anregungsart <i>Bow</i> . . . . .	32
3.3	Skizze des Paper-Prototyps. (1) Karton als Unterlage und zur Befestigung. (2a) und (2b) Führungsleisten für das Schienensystem horizontal. (3a), (3b) und (4) Schiene zur Führung in der x-Achse (links-rechts). (5) Schiene vertikal mit befestigtem iPad-Rahmen (6) zur Führung in der y-Achse (oben-unten). (7) Zeichenfläche mit festgelegtem Raster, hier nur beispielhaft. . . . .	33

3.4	Skizze des Rasters, wie er für die Zeichenfläche im Prototyp verwendet wurde. Dies ist nur ein Ausschnitt, der drei Takte (die dickeren Linien trennen diese ab) und eine Oktave abbildet. Die Notennamen sind hier beispielhaft im ersten Viertel des ersten Taktes eingetragen. . . . .	34
3.5	Das im Prototyp nachzuzeichnende Musikstück klassisch notiert. . . . .	40
4.1	Unterschiedliche Bogenformen, gedreht (1) bzw. nicht gedreht (2), nach oben (1) bzw. nach unten gebogen (2). . . . .	45
4.2	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Bow, Einzelton</i> : (1) Wellenform, (2) Bogen, (3) gerade Linie. . . . .	45
4.3	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Blow, Einzelton</i> : (1) gerade Linie, (2) Kreis, (3) Trichter. . . . .	46
4.4	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Pick, Einzelton</i> : (1) Dreieck (in diesem Fall offen), (2) Kreis/Punkt, (3) gebogene Linie. . . . .	46
4.5	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Strike, Einzelton</i> : (1) Kreis/Punkt, (2) kurze Linie (Richtung und Lage variabel), (3) T-Form. . . . .	47
4.6	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Bow, Akkordzerlegung, non legato</i> : (1) gerade Linien, (2) Wellen/Zacken, (3) Bögen. . . . .	48
4.7	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Bow, Akkordzerlegung, legato</i> : (1) Bögen, (2) gerade Linien, (3) Wellen. . . . .	48
4.8	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Blow, Akkordzerlegung, legato</i> : (1) Bögen, (2) gerade Linien, (3) Schleifen. . . . .	49
4.9	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Blow, Akkordzerlegung, non legato</i> : (1) Bögen, (2) gerade Linien, (3) Kreise. . . . .	50
4.10	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Pick, Akkordzerlegung, non legato</i> : (1) Dreiecke, (2) Kreise, (3) gerade Linien. . . . .	50
4.11	Die drei am häufigsten gezeichneten Formen zu <i>Strike, Akkordzerlegung, non legato</i> : (1) Kreise, (2) gerade Linien, (3) gebogene Linien. . . . .	51
4.12	Die Verteilung der vier definierten musikalischen Gruppen in Experiment 1. . . . .	52
4.13	Die Verteilung der vier definierten musikalischen Gruppen in Experiment 2. . . . .	57
4.14	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 1 – <i>Bow, Einzelton</i> . . . . .	58
4.15	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 2 – <i>Blow, Einzelton</i> . . . . .	58
4.16	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 3 – <i>Pick, Einzelton</i> . . . . .	59
4.17	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 4 – <i>Strike, Einzelton</i> . . . . .	59
4.18	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 5 – <i>Bow, Akkordzerlegung, non legato</i> . . . . .	60
4.19	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 6 – <i>Bow, Akkordzerlegung, legato</i> . . . . .	60
4.20	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 7 – <i>Blow, Akkordzerlegung, legato</i> . . . . .	61

4.21	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 8 – <i>Blow</i> , <i>Akkordzerlegung</i> , <i>non legato</i> . . . . .	61
4.22	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 9 – <i>Pick</i> , <i>Akkordzerlegung</i> , <i>non legato</i> . . . . .	62
4.23	Die drei Antwortmöglichkeiten zu Sound 10 – <i>Strike</i> , <i>Akkordzerlegung</i> , <i>non legato</i> . . . . .	62
4.24	Zwei Klangobjekte des Materials Glas mit der Anregungsart <i>Strike</i> (Kreis) und <i>Bow</i> (Bogen). Geschlossene Formen werden mit ihrem Mittelpunkt auf den jeweiligen Achtelschlag gelegt, während offene Formen ebendort ihren Anfangspunkt haben. . . . .	67
4.25	Der Practice-Modus im Prototyp. Durch Tippen und Halten eines der Symbole konnte die jeweilige Anregungsart-Material-Kombination Probe gehört werden. . . . .	68
4.26	Proband 4 zog das zweite Klangobjekt um ein Achtel vor (2), um dem <i>legato</i> im Originalstück (1) gleichzukommen. . . . .	76
5.1	Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse aus Experiment 2 (unten) für die Anregungsart <i>Bow</i> im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung <i>legato</i> (2) bzw. <i>non legato</i> (3). . . . .	82
5.2	Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse (unten) für die Anregungsart <i>Blow</i> im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung <i>legato</i> (2) bzw. <i>non legato</i> (3). . . . .	84
5.3	Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse (unten) für die Anregungsart <i>Pick</i> im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung (2). . . . .	86
5.4	Vergleich der Erwartungen (oben) und Ergebnisse (unten) für die Anregungsart <i>Strike</i> im Einzelton (1) und in der Akkordzerlegung (2). . . . .	87

# Tabellenverzeichnis

3.1	Die zehn verwendeten Sounds in Experiment 1. . . . .	27
3.2	Anregungsarten, Materialien und Melodien des für den Prototyp nachzuzeichnenden Musikstückes. . . . .	41
4.1	Der Ablauf der Tests im Paper-Prototyp und die stattgefundenen Anpassungen. . . . .	64
4.2	Die errechneten Ergebnisse der ProbandInnen beim Testen des Prototyps.	80

# Appendices

## A Fragebogen Experiment 1

Auf den folgenden drei Seiten ist der Fragebogen zu sehen, der für Experiment 1 verwendet wurde. Die ProbandInnen wurden gebeten, in den zehn nummerierten Flächen zu den vorgespielten Sounds für sie passende Formen zu zeichnen.



<p><b>5</b></p> <p><i>(hier zeichnen)</i></p>	<p><b>6</b></p> <p><i>(hier zeichnen)</i></p>
<p><b>7</b></p> <p><i>(hier zeichnen)</i></p>	<p><b>8</b></p> <p><i>(hier zeichnen)</i></p>
<p><b>9</b></p> <p><i>(hier zeichnen)</i></p>	<p><b>10</b></p> <p><i>(hier zeichnen)</i></p>

## Fragen zur Person

Nachfolgend bitten wir Sie noch fünf Fragen zu Ihrer Person zu beantworten, die uns dabei helfen Ihre Antworten zu kategorisieren. Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt und nicht an Dritte weiter gegeben.

<b>Geschlecht *</b>	<b>Alter *</b>
<input type="radio"/> weiblich	
<input type="radio"/> männlich	
<input type="radio"/> andere	
<b>Spieren Sie ein oder mehrere Musikinstrumente? *</b>	<b>Können Sie Noten lesen? *</b>
<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> ja
<input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> nein
<b>Haben Sie eine höhere musikalische Ausbildung (Studium, abgeschlossen oder laufend)? *</b>	<b>Sonstige Anmerkungen</b>
<input type="radio"/> ja	
<input type="radio"/> nein	

## **B Fragebogen Experiment 2**

Die nächsten zwölf Seiten beinhalten den Fragebogen zu Experiment 2, in dem die ProbandInnen die zehn Sounds anhören und anschließend aus drei Antwortmöglichkeiten die für sie passende Zeichnung wählen sollten. Eine vierte Antwortmöglichkeit “Keine der Antworten passt für mich” stand bei jedem Sound ebenfalls zur Auswahl. Der Fragebogen wurde mit *Google Forms* erstellt. Um Platz zu sparen, wird das Video, das bei allen Fragen zum Abspielen des Sounds eingebunden ist, nur bei Sound 1 dargestellt.

# DAS Experiment

Herzlich Willkommen zu DAS Experiment! Vielen Dank, dass Sie sich entschieden haben am Experiment teilzunehmen und mich damit bei meiner Diplomarbeit zu unterstützen. Ziel des Experimentes ist es, herauszufinden welche Abbildungen am besten zu den bereitgestellten Sounds passen.

Die nachfolgenden zehn Abschnitte sind alle gleich aufgebaut, sie beinhalten ein Video, in dem der jeweilige Sound drei Mal abgespielt wird, und drei Abbildungen. Wählen Sie die für Sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Für Anmerkungen zum Sound oder zu den Abbildungen habe ich ebenfalls ein Feld bereit gestellt (optional).

Zur optimalen Durchführung des Fragebogens wird die Verwendung von Kopfhörern empfohlen. Starten Sie das Video gerne neu, wenn Sie einen Sound noch einmal hören möchten.

Im Anschluss bitte ich Sie, noch sechs kurze Fragen zu Ihrer Person zu beantworten. Alles in allem sollte das Ausfüllen des Fragebogens nicht länger als 15 Minuten dauern.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

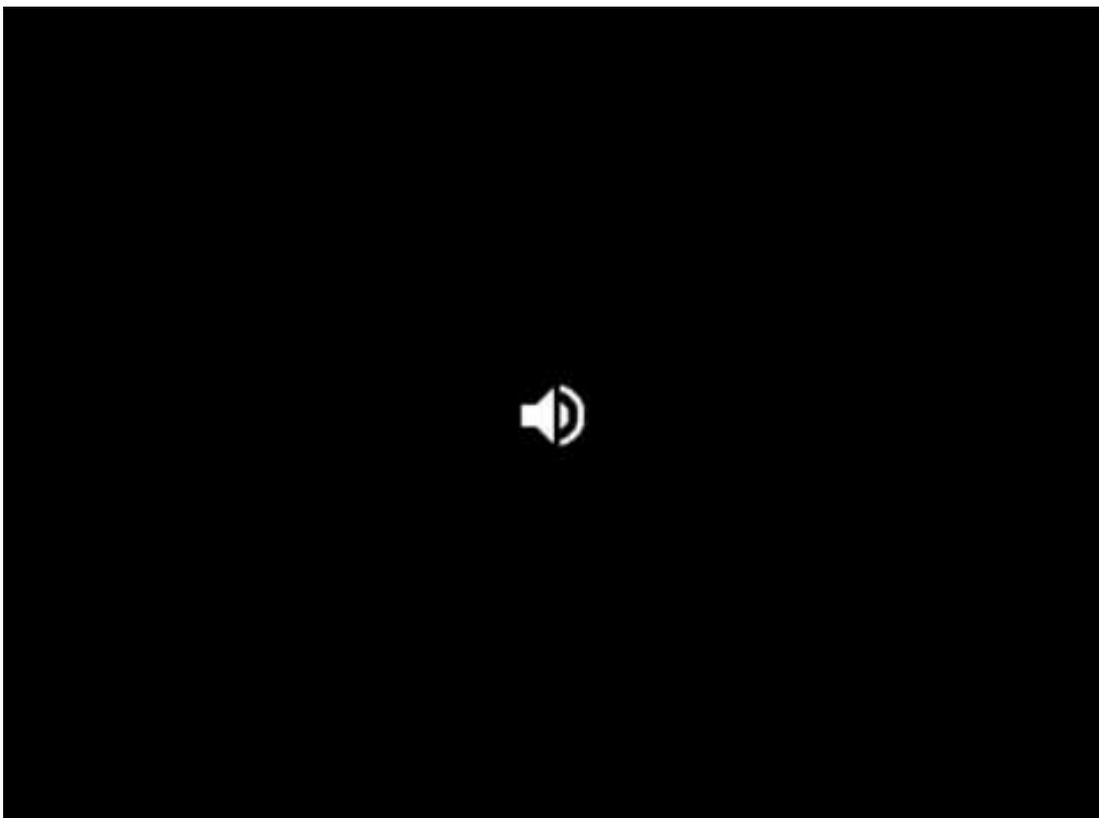
-----

Florian Csizmazia

\* **Erforderlich**

## Sound #1

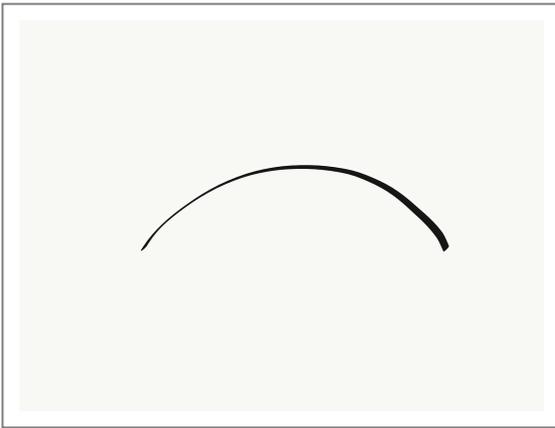
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).



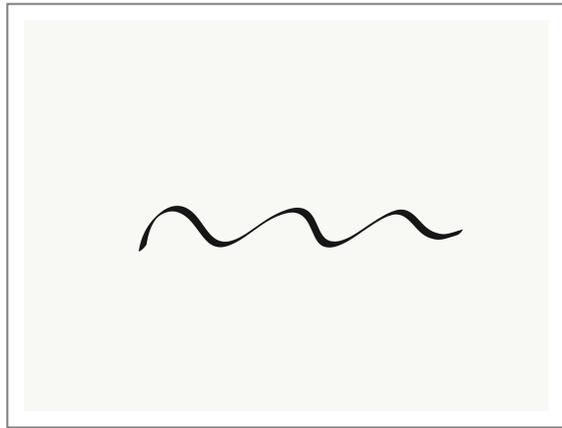
[http://youtube.com/watch?v=VO7B\\_-X3nks](http://youtube.com/watch?v=VO7B_-X3nks)

**1. 1: Bow \***

Markieren Sie nur ein Oval.



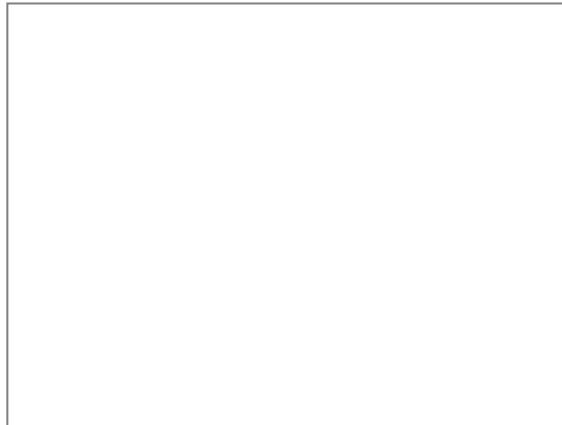
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

**2. Anmerkungen**

---

---

---

---

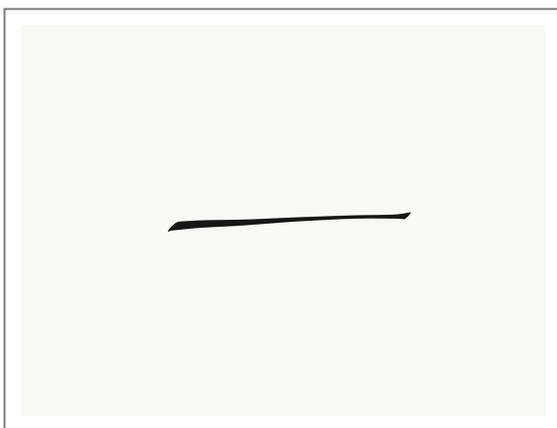
---

**Sound #2**

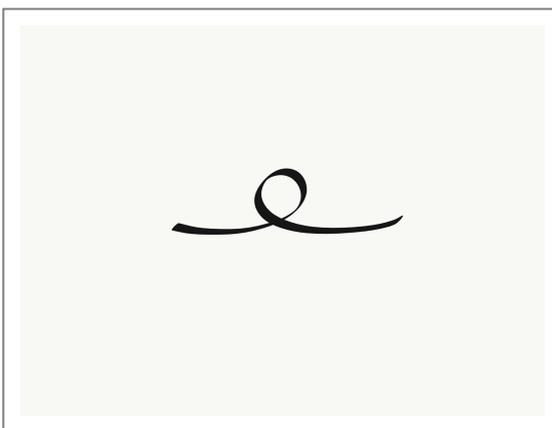
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

**3. 2: Blow \***

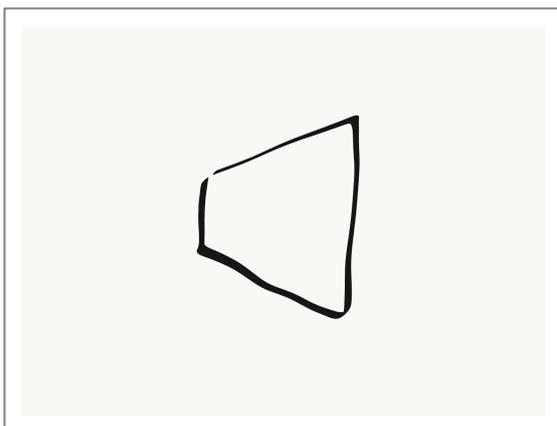
Markieren Sie nur ein Oval.



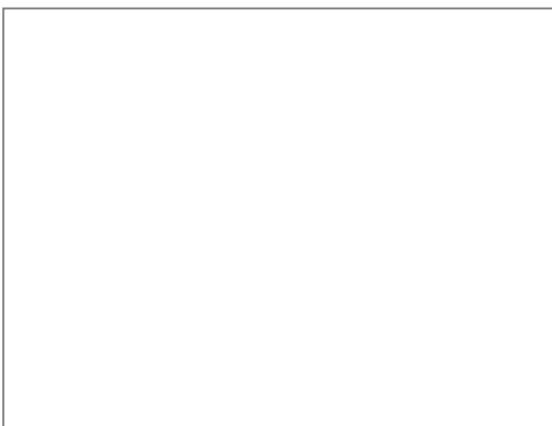
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

**4. Anmerkungen**

---

---

---

---

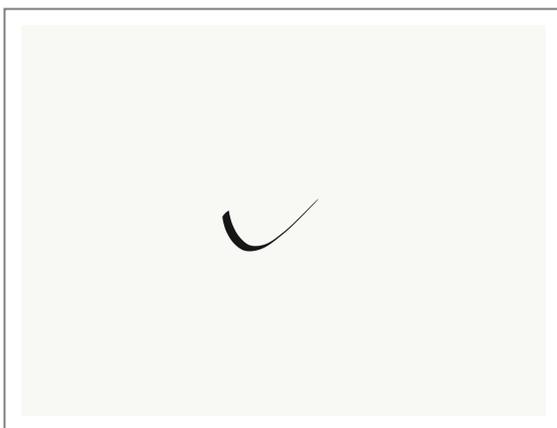
---

**Sound #3**

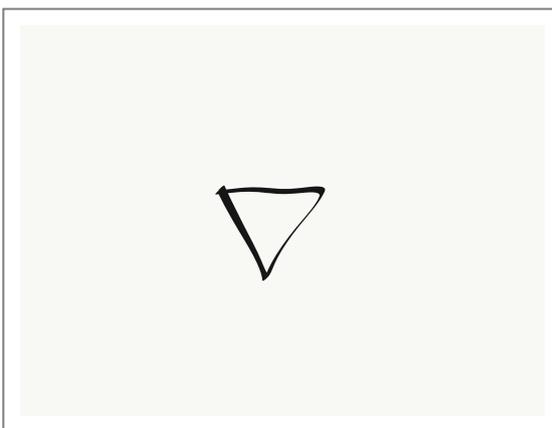
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

**5. 3: Pick \***

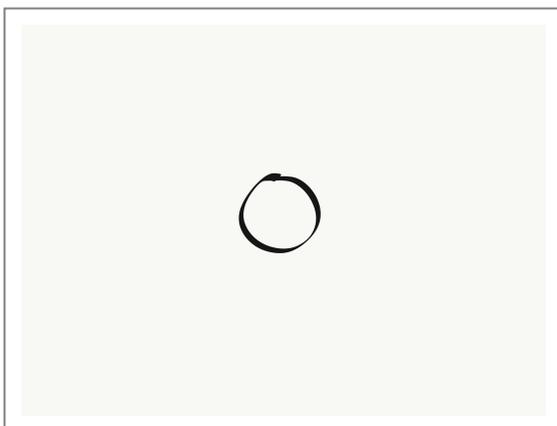
Markieren Sie nur ein Oval.



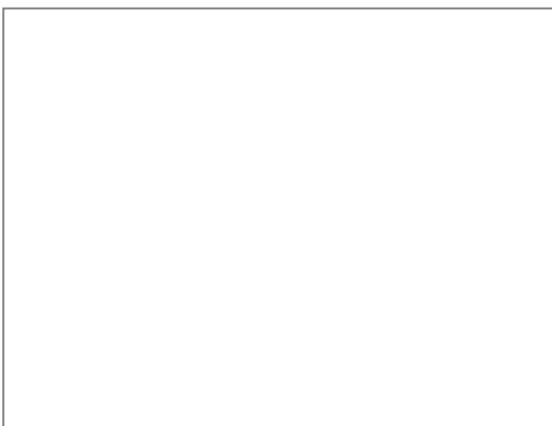
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

**6. Anmerkungen**

---

---

---

---

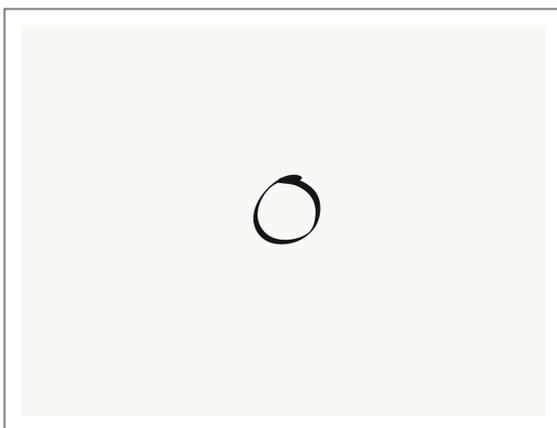
---

**Sound #4**

Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

**7. 4: Strike \***

Markieren Sie nur ein Oval.



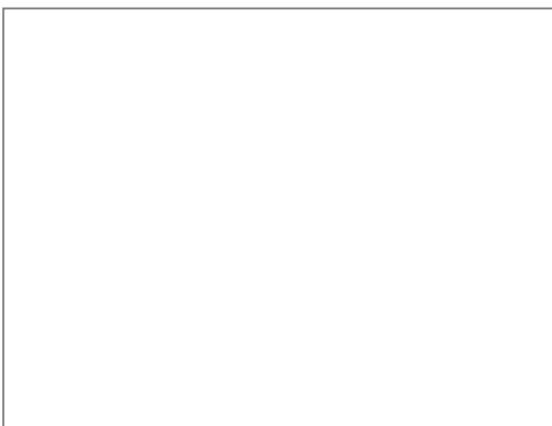
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

**8. Anmerkungen**

---

---

---

---

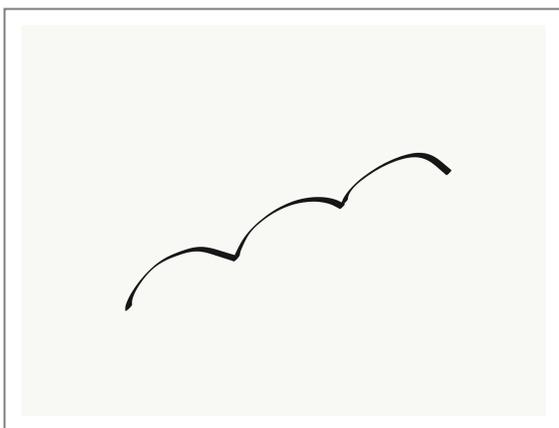
---

**Sound #5**

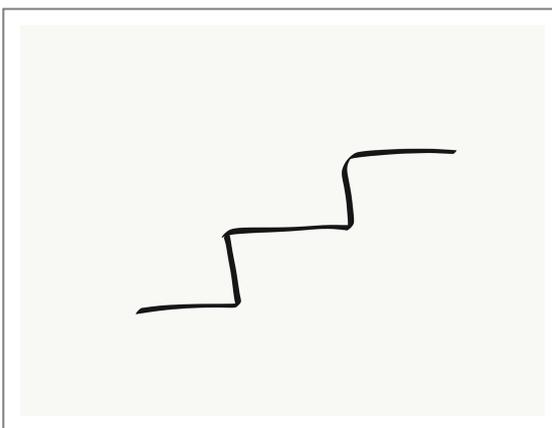
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

**9. 5: Bow \***

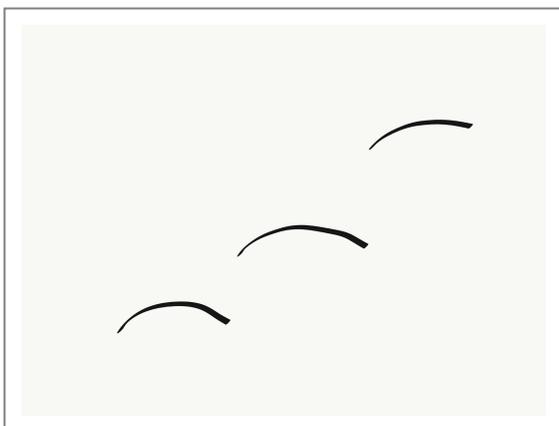
Markieren Sie nur ein Oval.



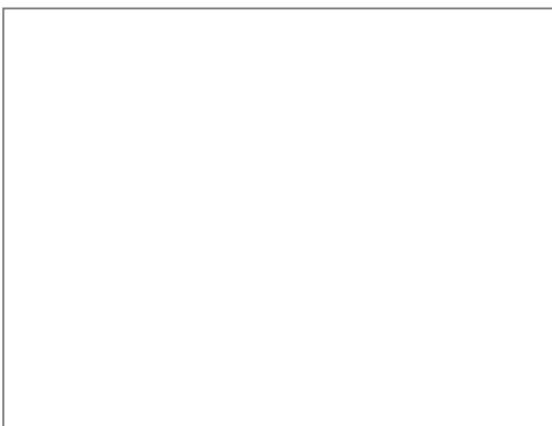
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

**10. Anmerkungen**

---

---

---

---

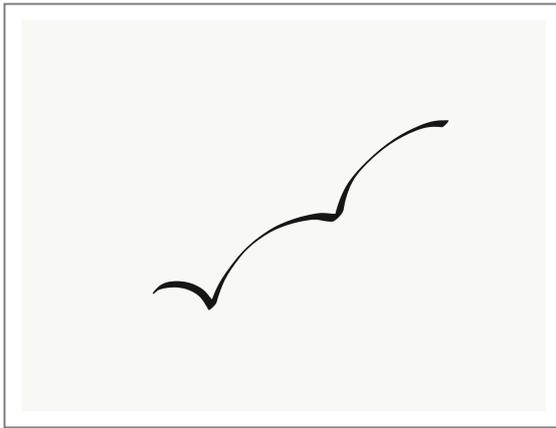
---

**Sound #6**

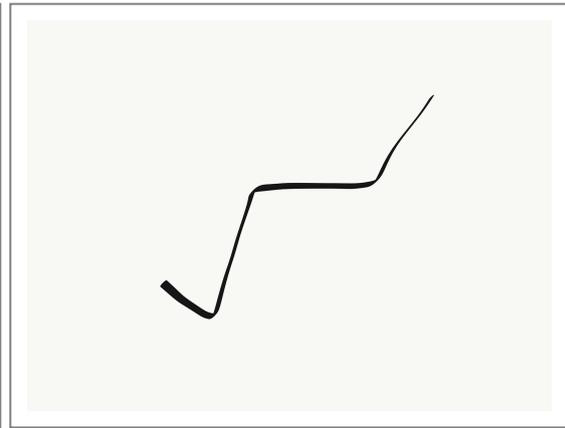
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

11. 6: Bow \*

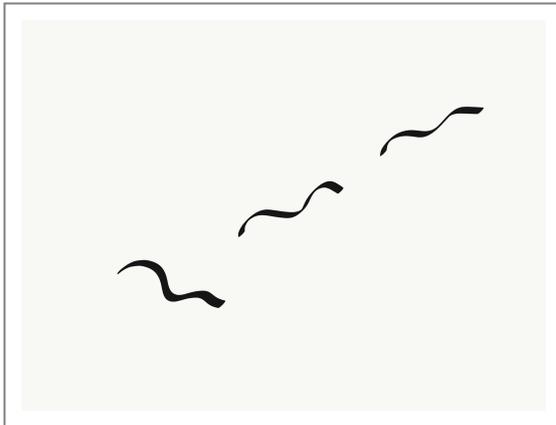
Markieren Sie nur ein Oval.



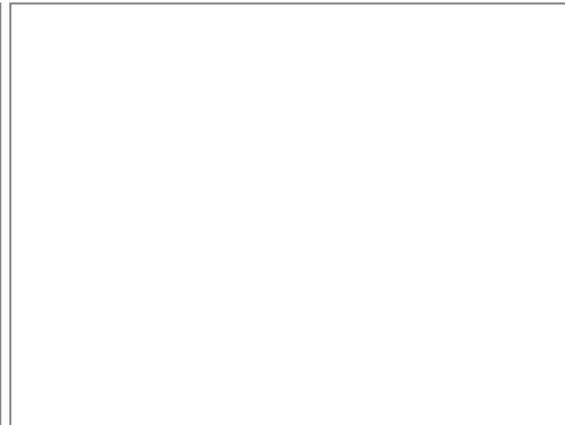
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

12. Anmerkungen

---

---

---

---

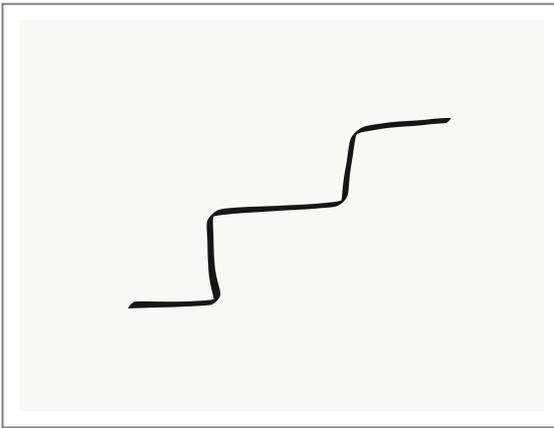
---

Sound #7

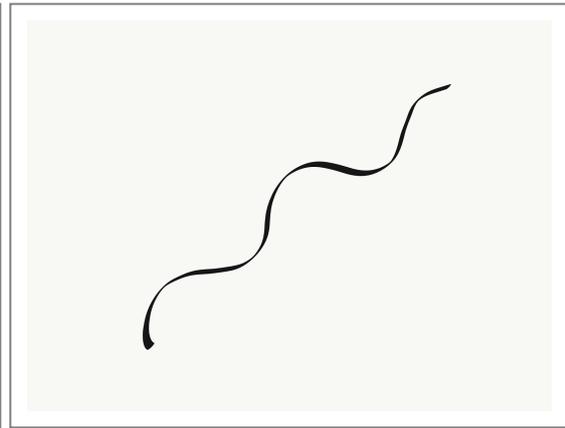
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

13. 7: Blow \*

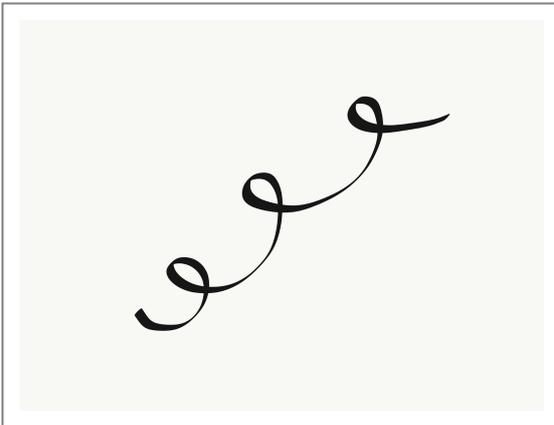
Markieren Sie nur ein Oval.



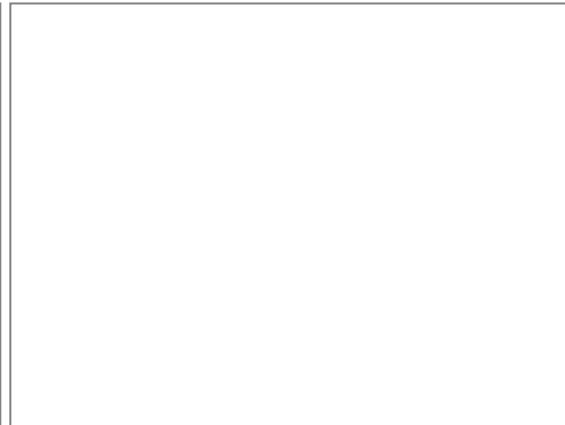
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

14. Anmerkungen

---

---

---

---

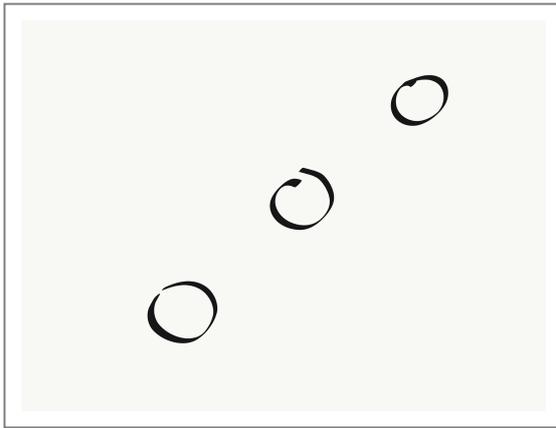
---

**Sound #8**

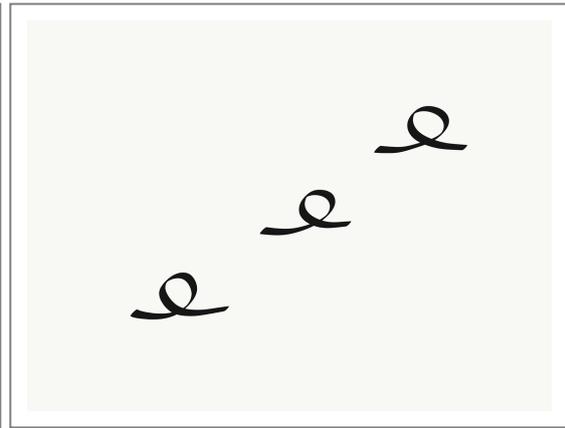
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

15. 8: Blow \*

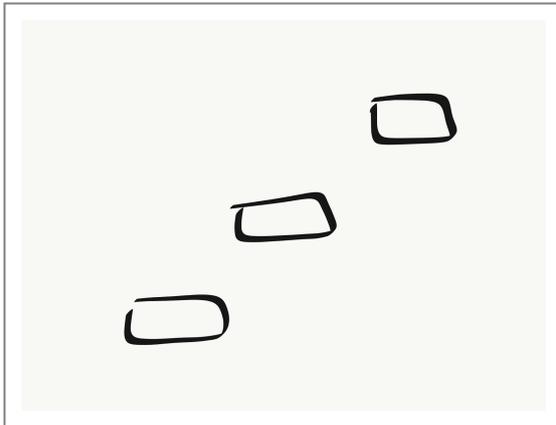
Markieren Sie nur ein Oval.



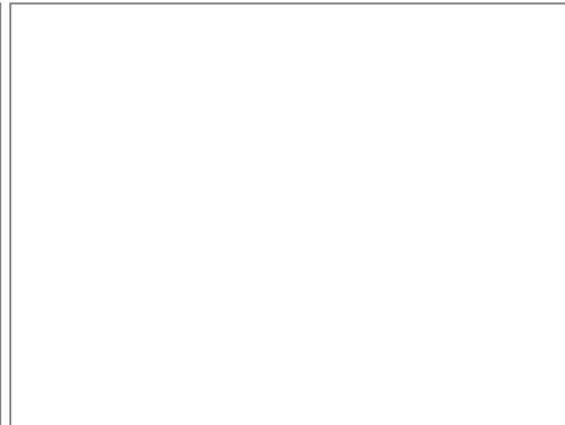
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

16. Anmerkungen

---

---

---

---

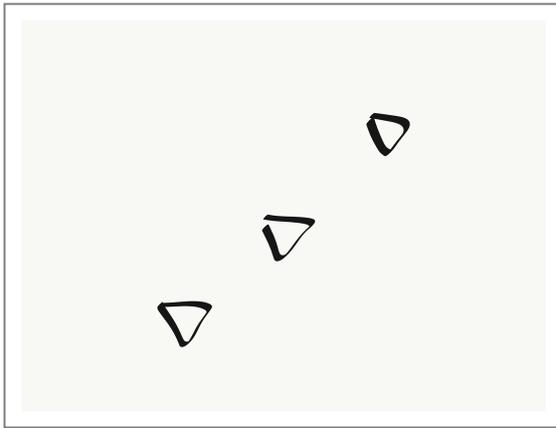
---

**Sound #9**

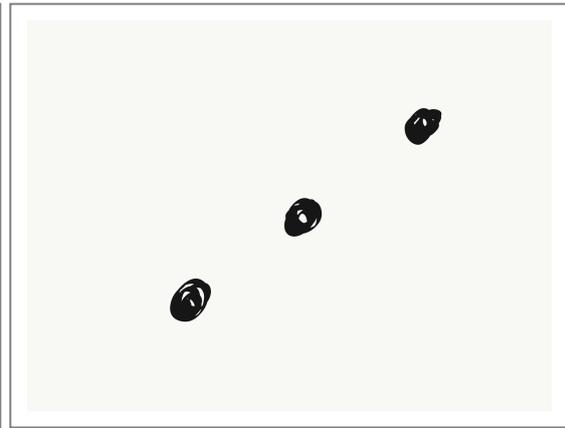
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

**17. 9: Pick \***

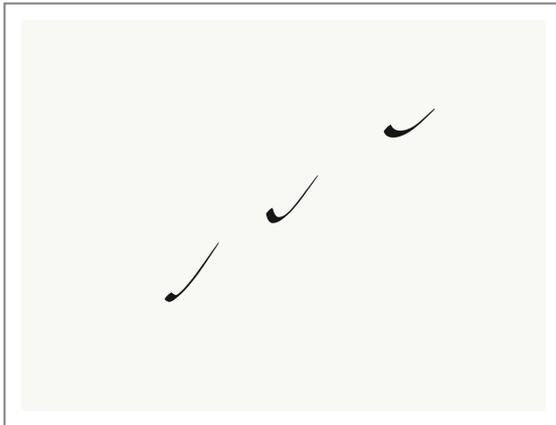
Markieren Sie nur ein Oval.



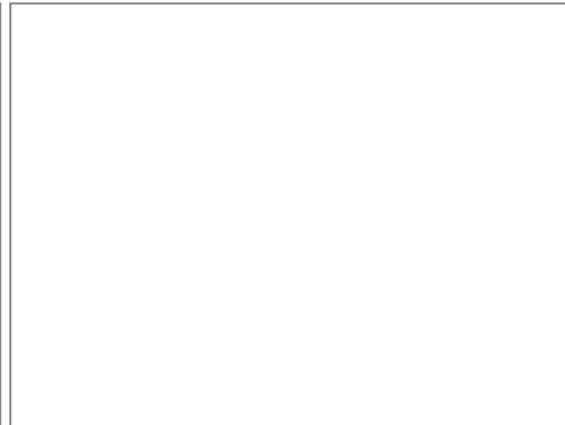
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

**18. Anmerkungen**

---

---

---

---

---

**Sound #10**

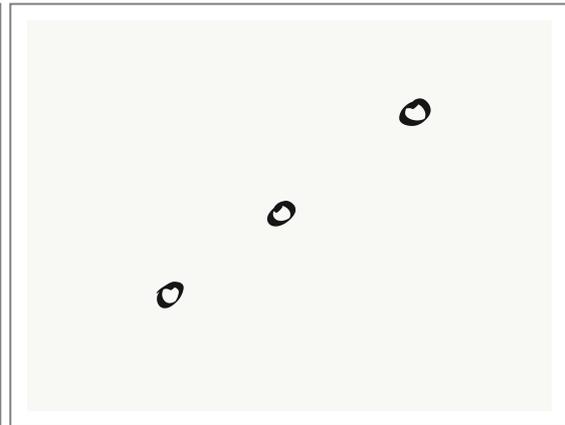
Starten Sie das Video, um den Sound zu hören. Jeder Sound wird drei Mal abgespielt. Wählen Sie anschließend die für sie am besten passende Abbildung (A, B oder C) aus. Sollten Sie Anmerkungen zum Sound oder zu den möglichen Abbildungen haben, tragen Sie diese bitte im Feld "Anmerkungen" ein (optional).

19. 10: Strike \*

Markieren Sie nur ein Oval.



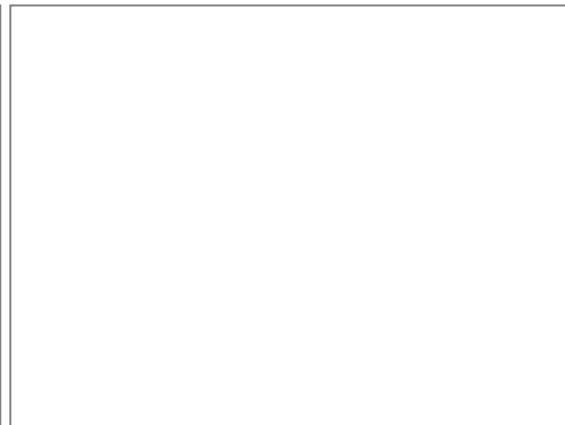
A



B



C



Keine der Antworten passt für mich

20. Anmerkungen

---

---

---

---

---

**Angaben zur Person**

Nachfolgend bitten wir Sie noch fünf Fragen zu Ihrer Person zu beantworten, die uns dabei helfen Ihre Antworten zu kategorisieren. Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt und nicht an Dritte weiter gegeben.

21. Geschlecht \*

Markieren Sie nur ein Oval.

- weiblich
- männlich
- andere

22. **Alter**

---

23. **Spielen Sie ein oder mehrere Musikinstrumente? \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

24. **Können Sie Noten lesen? \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

25. **Haben Sie eine höhere musikalische Ausbildung (Studium, abgeschlossen oder laufend)? \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

26. **Ich habe beim ersten Teil von DAS Experiment (selbst zeichnen) auch schon mitgemacht. \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

27. **Sonstige Anmerkungen**

---

---

---

---

---

## **C Fragebogen Experiment 3**

Auch nach der Prototyp-Evaluierung wurden die ProbandInnen gebeten, einen Fragebogen auszufüllen, der auf den nächsten vier Seiten zu sehen ist. Der Fragebogen wurde ebenfalls mit *Google Forms* erstellt.

# DAS Experiment: Prototyp-Evaluierung

\* Erforderlich

## Farben und Materialien

### 1. Die Farben sind zu den Materialien passend gewählt. \*

Markieren Sie nur ein Oval.

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

### 2. Ich habe mir bei der Wahl der richtigen Farbe leicht getan. \*

Markieren Sie nur ein Oval.

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

## Formen und Anschlagsarten

### 3. Ich habe mir bei der Wahl der richtigen Formen leicht getan. \*

Markieren Sie nur ein Oval.

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

### 4. Ich musste lange überlegen, welche Form zu dem Sound passt, den ich gehört habe. \*

Markieren Sie nur ein Oval.

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

## Tonhöhe und Timing

**5. Ich habe mir beim Zeichnen der richtigen Tonhöhen leicht getan. \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

**6. Ich habe mir beim Zeichnen des richtigen Timings leicht getan. \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

## **Prototyp allgemein**

**7. Das klangliche Ergebnis hat dem entsprochen, was ich mir beim Zeichnen vorgestellt habe. \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

**8. Aufgrund des Paper-Prototyps kann ich mir gut vorstellen, wie die Applikation aussehen wird. \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- trifft sehr zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft nicht zu

**9. Was hat dir im Paper-Prototyp gefehlt?**

---

---

---

---

---

10. Was hat deiner Meinung nach nicht gut funktioniert?

---

---

---

---

---

11. Was hat deiner Meinung nach sehr gut funktioniert?

---

---

---

---

---

## Angaben zur Person

Nachfolgend bitten wir Dich noch fünf Fragen zu Deiner Person zu beantworten, die uns dabei helfen Deine Antworten zu kategorisieren. Deine Angaben werden streng vertraulich behandelt und nicht an Dritte weiter gegeben.

12. **Geschlecht** \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- weiblich  
 männlich  
 andere

13. **Alter** \*

---

14. **Ich spiele ein oder mehrere Musikinstrumente.** \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

15. **Ich kann Noten lesen.** \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

16. **Ich habe eine höhere musikalische Ausbildung (Studium, abgeschlossen oder laufend)?** \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ja  
 nein

**17. Ich habe bei einem anderen Teil von DAS Experiment auch schon mitgemacht. \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

ja

nein

**18. Sonstige Anmerkungen**

---

---

---

---

---

---

Bereitgestellt von

 Google Forms