

Studie

Die Erkennbarkeit von natürlichen und synthetischen Klavierklängen

von

Tobias Kettner

21.01.2020

Erstprüfer: Prof. Dr. Günther Rötter

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Theoretischer Kontext.....	4
2.1 Der Begriff <i>Sampling</i>	4
2.2 Die Geschichte des Sampelns.....	5
2.3 Stand der Forschung	7
3. Methode	9
3.1 Versuchsaufbau	9
3.2 Stichprobe.....	13
3.3 Durchführung	13
3.4 Auswertung	14
4. Ergebnisse	16
5. Diskussion.....	18
6. Fazit.....	21
Literaturverzeichnis	23
Anhang.....	25

1. Einleitung

Natürlich steht es außer Frage, dass nichts auf der Welt das Gefühl ersetzen kann, vor einem echten Flügel zu sitzen, die Saiten vor sich schwingen zu fühlen und den Klang im Raum wahrzunehmen. Leider ist es jedoch nicht für jeden eine Option, einen Flügel bei sich zu Hause unterzubringen. Allein Platzmangel ist dafür ein Grund, geschweige denn die sehr hohen Kosten. Auch bei Aufnahmen kann nicht jeder auf einen gut gewarteten und gestimmten Flügel mit hochwertigen Mikrofonen und Mikrofonvorverstärkern zurückgreifen. Daher stellt sich für viele die Frage, ob Aufnahmen von modernen gesampelten Klavierklängen mit Aufnahmen von echten Flügeln mithalten können.

Seit der Erfindung der ersten digitalen Sample Sequenzer hat sich technisch viel getan. Zunächst waren gesampelte Klaviere klanglich weit von echten Klavieren entfernt. Diese subjektive Wahrnehmung, die von vielen Musikern beschrieben wurde, wurde in einer Studie im Jahr 1991 auch wissenschaftlich gestützt. Durch den technischen Fortschritt in den letzten 30 Jahren klingen gesampelte Klaviere jedoch immer echter, und seit einigen Jahren gibt es Produkte, die Aufnahmen von echten Klavieren zum Verwechseln ähnlich klingen. Nun stellt sich die Frage, ob Aufnahmen von solchen gesampelten Klavieren auch von Musikstudenten¹ für Aufnahmen von echten Klavieren gehalten werden könnten. Um dieser Frage auf den Grund zu gehen, untersucht die folgende Arbeit, ob Musikstudenten mit dem Haupt- oder Nebenfach Klavier den Unterschied zwischen echten und gesampelten Klavieraufnahmen erkennen können. Hierzu wurde eine quantitative Studie durchgeführt, bei der den Probanden Aufnahmen von sowohl echten als auch gesampelten Flügeln vorgespielt wurden. Diese mussten dann entscheiden, ob sie die Aufnahmen für die eines echten oder eines gesampelten Klavieres hielten. Darüber hinaus wurde untersucht, welche Faktoren dazu beitragen, dass Aufnahmen für die eines echten oder gesampelten Klavieres gehalten werden.

Zunächst wird der Begriff *Sampling* geklärt und der Forschungsstand dargestellt. Anschließend wird die methodische Vorgehensweise der Studie erläutert und die

¹ In dieser Arbeit wird das generische Maskulinum stellvertretend für alle Geschlechter verwendet.

Ergebnisse dargestellt. Diese werden im nächsten Schritt diskutiert. Die Arbeit schließt mit einem Fazit.

2. Theoretischer Kontext

2.1 Der Begriff *Sampling*

Es gibt in der digitalen Musikwelt mehrere Bedeutungen des Wortes *Sampling*. Zum einen wird es bei der Übersetzung von analogen in digitale Signale benutzt. Hier spricht man auch von einer *Samplerate*.² Darüber hinaus wird der Begriff *Sampling* auch für die Verwendung von Ausschnitten vorhandener Musikaufnahmen für neue Werke benutzt. Hierbei wird eine Tonaufnahme in neue Werke so eingebettet, dass ein neues Werk entsteht und die Originalaufnahme zum Teil kaum noch erkennbar ist.³ Da diese beiden Bedeutungen des Begriffs für die vorliegende Arbeit nicht weiter relevant sind, wird im Folgenden eine weitere Bedeutung des Begriffs näher betrachtet. Die dritte Bedeutung von *Sampling* wird im Zusammenhang mit der künstlichen Nachahmung von echten Instrumenten benutzt. Hierbei werden Aufnahmen einzelner Töne oder Geräusche der Instrumente gemacht. Diese Aufnahmen nennt man *Samples*.⁴ Bei einem Klavier werden also die Töne einzeln aufgenommen. Diese *Samples* können dann auf einem Sampler, oder einem Computer in speziellen Programmen gespeichert werden. Wenn man diese dann über sogenannte Midi-Daten ansteuert, werden die einzelnen Samples wiedergegeben. Solche Midi-Daten können beispielsweise von einem digitalen Klavier gesendet werden.⁵ Wenn man also die C-Taste auf einem Digitalpiano spielt und dieses gleichzeitig an einen Computer angeschlossen ist, wird das Signal mit der Information über die Anschlagsstärke, Tonhaltedauer, Tonhöhe und eventuell weiteren Daten an den Computer übermittelt. Im Computer wird nun die Aufnahme des C-Klaviertons abgespielt.

² Vgl. Kvifte 2007, S. 106f.

³ Vgl. Kvifte 2007, S. 107.

⁴ Vgl. Kvifte 2007, S. 107.

⁵ Vgl. Görne 2014, S. 245.

2.2 Die Geschichte des Sampelns

Bereits lange bevor Computer zum Musizieren benutzt wurden, gab es erste Versuche, den Klang von akustischen Instrumenten zu sampeln und mit Tasteninstrumenten anzusteuern. Zunächst wurden dabei Tonbänder genutzt, auf denen sich die einzelnen Aufnahmen befanden. Einen der ersten Versuche, ein Sampleinstrument zu bauen, unternahm 1949 Harry Chamberlin. Er erfand ein Instrument, was unter dem Namen Chamberlin oder auch Mellotron bekannt wurde. Auf den Tonbändern des Mellotrons wurden Aufnahmen einzelner Töne von akustischen Instrumenten von Anschlag bis Ausklingen aufgenommen. Jede Taste steuert dabei ein eigenes Tonband an.⁶ Wenn eine Taste angeschlagen und liegen gelassen wird, wird das Tonband von vorne bis hinten abgespielt und hört einfach auf, wenn es fertig abgespielt ist. Nachdem die Taste losgelassen wurde, wird das Band wieder nach vorne gespult und kann bei erneutem Anschlagen wieder abgespielt werden. Beim Mellotron können verschiedene Töne gleichzeitig angeschlagen und somit verschiedene Tonbänder zur selben Zeit abgespielt werden. Diese analoge Technologie des Samplings wurde in einer Reihe von sehr berühmten Popwerken der Zeit verwendet,⁷ jedoch meistens nicht, um die Klänge der echten Instrumente ernsthaft zu ersetzen, sondern vielmehr wegen des einzigartigen und neuen Klangs.

Mit dem Aufkommen der ersten digitalen Sampler in den 1970er Jahren machte die Technologie zunächst einen Rückschritt. 1976 erfand Harry Mendel den ersten digitalen Sampler namens „Computer Music Melodian“⁸. Dieser war jedoch nur monophon, sodass nur eine Aufnahme gleichzeitig abgespielt werden konnte. Drei Jahre später entstand dann mit dem Fairlight CMI der erste polyphone Sampler, der gleichzeitig auch ein Musikbearbeitungsprogramm beinhaltete. Dieser war jedoch für den durchschnittlichen Musiker nicht erschwinglich und fand sich somit hauptsächlich in professionellen Tonstudios wieder.⁹

⁶ Vgl. Berweck 2015, ohne Seitenzahl.

⁷ Vgl. Kvifte 2007, S. 110.

⁸ Joe 2018, ohne Seitenzahl.

⁹ Vgl. Joe 2018, ohne Seitenzahl.

1985 brachte die Firma *Sequential Circuits* den Sampler *Prophet 2000* auf den Markt.¹⁰ Mit dem *Prophet 2000* konnte man eigene Samples aufnehmen oder Disketten mit vorgefertigten Samples nutzen. Dabei mussten die Disketten auch nicht vom Hersteller erworben werden. Stattdessen konnten auch gewöhnliche, überschreibbare Disketten genutzt werden.¹¹ Somit konnte jeder selbst Samples für den *Prophet 2000* erstellen und verkaufen. Das Problem war jedoch, dass Disketten einen sehr limitierten Speicherplatz hatten. Der *Prophet 2000* ermöglichte eine maximale Samplezeit von 16 Sekunden.¹² Darüber hinaus konnten nur 16 Samples aufgenommen werden.¹³ Somit war es natürlich nicht möglich, alle 88 Tasten eines Klaviers zu sampeln. Also wurden nur 16 Töne des Klaviers aufgenommen und dann auf die jeweils richtige Tonhöhe digital angepasst.¹⁴ Da der Ton auch nicht bis zum Ausklingen aufgenommen werden konnte, musste er geloopt werden. Das bedeutet, dass das Sample nach dem ersten Anschlagklang immer wieder abgespielt wurde und somit der Eindruck entsteht, dass die Aufnahme viel länger ist, als sie es tatsächlich ist. Damit zusätzlich noch der Ton auszuklingen scheint, wird er langsam künstlich leiser gedreht. Bei lange liegen gelassenen Tönen hat man jedoch eindeutig gehört, dass sie anders klangen, wie eine Studie von Wapnick und Rosenquist aus dem Jahr 1991 belegt.¹⁵

Es war damals nicht daran zu denken, unterschiedliche Anschlagsdynamiken aufzunehmen. Es wäre mit dem *Prophet 2000* zwar möglich gewesen, zwei Anschlagsstärken pro Ton aufzunehmen und bei langsamerem Anschlag die leisere Aufnahme und bei schnellerem Anschlag die lautere Aufnahme abzuspielen, jedoch hätte man dann nur noch acht Töne des Klaviers aufnehmen können.¹⁶ Um nun langsam angeschlagene Klaviertöne von schneller angeschlagenen Tönen unterscheiden zu können, wurde also damals bei langsamerem Anschlag die gleiche Aufnahme leiser abgespielt.

¹⁰ Vgl. Lösener 2016, ohne Seitenzahl.

¹¹ Vgl. Jungleib 1986, S. 3-3.

¹² Vgl. Lösener 2016, ohne Seitenzahl.

¹³ Vgl. Jungleib 1986, S. 5-8.

¹⁴ Vgl. Jungleib 1986, S. 5.

¹⁵ Vgl. Wapnick/Rosenquist 1991, S. 155.

¹⁶ Vgl. Jungleib 1986, S. 5-15.

Heutzutage ist der Speicherplatz kein Problem mehr und somit sind auch viele Probleme der damaligen digitalen Sampletechnologien nicht mehr vorhanden. Mit Computerprogrammen lassen sich auch heute noch eigene Samples erstellen. Darüber hinaus gibt es auch professionell gesampelte Instrumentenklänge, die als sogenannte Plug-Ins verkauft werden. Eines dieser Plug-Ins nennt sich beispielsweise *The Grandeur* der Firma *Native Instruments*. Anstatt lediglich 16 Samples nutzt dieses Plug-In mehr als 2500 Samples für ein gesampeltes Klavier.¹⁷ Dafür wurde nicht nur jeder Ton einzeln mit 18 verschiedenen Anschlagsstärken aufgenommen, sondern auch der Klang des Loslassens der Taste wurde mit neun verschiedenen Anschlagsstufen für jede Taste gesampelt. Eine gesampelte Anschlagstärke pro Ton nennt man Velocity-Layer beziehungsweise Velocity-Zone. Beim *The Grandeur* stehen 18 Velocity-Layer pro Ton zur Verfügung. Zusätzlich wurden verschiedene Resonanzen und Obertöne, sowie Tasten- und Pedalgeräusche gesampelt. Hierbei lässt sich in der Software exakt einstellen, wie deutlich die Obertöne oder die Geräusche der Tasten und Pedale hörbar sein sollen.¹⁸

2.3 Stand der Forschung

Im Jahre 1991 veröffentlichte das *Journal of Research in Music Education* eine Studie von Joel Wapnick und Mary-Jo Rosenquist. In dieser Studie befragten die beiden Forscher 40 Musikstudenten der McGill University von Montreal nach ihren Eindrücken von verschiedenen Klavieraufnahmen. Dabei wurden den Studenten kommerzielle Aufnahmen von professionellen Pianisten und weitere Aufnahmen, die mit einem *Prophet 2000* Midi-Sequenzer programmiert wurden, vorgespielt. Der Midi-Sequenzer wurde von den beiden Forschern, die selbst ebenfalls Pianisten sind, sehr exakt eingestellt und programmiert, sodass die technische Ausführung der Stücke nahezu perfekt war. Die beiden gaben jedoch von sich selbst an, nicht die interpretative Expertise der Profipianisten zu haben. Für die gesampelten Klänge, die mit dem *Prophet 2000* angesteuert wurden, wurden 16 Samples von einem Steinway B Flügel

¹⁷ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014a, S. 5.

¹⁸ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014a, S. 10.

verwendet. Die Aufnahmen umfassten Werke verschiedener Epochen und Komponisten wie Johann Sebastian Bach, Ludwig van Beethoven, Robert Schumann und Sergej Prokofjew. Es wurde jedoch darauf geachtet, Stellen der Werke anzuspielden, die keine lang liegenden gelassenen Töne beinhalteten, da diese mit der Sampletechnologie von damals sehr künstlich klangen. Die Probanden wussten nicht, dass manche der Aufnahmen mit gesampelten Klavieren programmiert wurden.¹⁹

Der Versuch umfasste einen quantitativen und einen qualitativen Teil. Zum einen bewerteten die Musikstudenten die Aufnahmen nach den Kriterien „quality of recording, tone quality of piano, technical merit, artistic merit, and overall impression“²⁰, also *Aufnahmequalität, Tonqualität des Klavierklanges, technische Qualität, künstlerische Qualität* und *allgemeiner Eindruck* bewertet, indem sie Punkte von eins (sehr schlecht) bis sieben (sehr gut) vergaben. Zum anderen konnten die Probanden eigene Kommentare zu den Aufnahmen schreiben.²¹

Die Auswertung des quantitativen Teils des Versuchs zeigte, dass die Probanden die Aufnahmequalität der gesampelten Aufnahmen als signifikant besser wahrnahmen. Dies lag jedoch nach Angaben der Forscher vermutlich daran, dass die Aufnahmen der Profipianisten von einer Schallplatte überspielt wurden. Die Tonqualität des Klavierklanges wurde jedoch bei den gesampelten Aufnahmen signifikant schlechter bewertet. Auch im qualitativen Teil des Tests ließ sich wiederfinden, dass Unterschiede zwischen gesampelten und echten Klavieren erkannt wurden. Obwohl die Probanden nicht wussten, dass manche der Aufnahmen mit Midi-Sequenzern programmiert wurden, erkannte ungefähr ein Viertel der Studenten ungewöhnliche Klangcharakteristiken bei den gesampelten Beispielen und äußerten dies in ihren eigenen Kommentaren.²²

¹⁹ Vgl. Wapnick/Rosenquist 1991, S. 152-155.

²⁰ Wapnick/Rosenquist 1991, S. 155.

²¹ Vgl. Wapnick/Rosenquist 1991, S. 155.

²² Vgl. Wapnick/Rosenquist 1991, S. 155-159.

3. Methode

3.1 Versuchsaufbau

Um nach fast 30 Jahren nach der Studie Wapnick und Rosenquist zu testen, wie sich die Klangqualität durch den technischen Fortschritt verbessert hat, wurde eine neue Studie durchgeführt. Dabei soll die Frage geklärt werden, ob Musikstudenten Aufnahmen von gesampelten Klavieren von denen der echten Klaviere unterscheiden können. Dazu wurde eine quantitative Herangehensweise gewählt. Es handelt sich um eine Querschnittstudie, da sie „zu einem bestimmten Zeitpunkt zwei oder mehr Merkmale an einer [...] Stichprobe erhebt“²³, da kein Verlauf oder eine Entwicklung untersucht werden sollen, sondern der Forschungsstand zum jetzigen Zeitpunkt.

Für den Versuch gab es 13 Aufnahmen. Diese wurden entweder an einem echten Flügel, oder einem elektronischen Klavier mit gesampelten Flügelklängen eingespielt. Die Probanden mussten nun auf einem Fragebogen²⁴ ankreuzen, ob es sich bei den Aufnahmen um die eines echten Flügels, oder die eines gesampelten Flügels handelte.

Zwei der Aufnahmen der echten Flügel wurden mit einem Bösendorfer 290 Imperial gemacht. Hierfür wurden zwei AKG C414 B-ULS Großmembran-Kondensatormikrofone, ungefähr 20 cm von den Saiten entfernt, im Korpus frei positioniert. Eines der beiden Mikrofone wurde über den Basssaiten und eines über dem Diskant platziert. Dabei wurden an den Mikrofonen die Richtcharakteristik Niere eingestellt und die Pegelabschwächung nicht aktiviert. Zwei weitere Aufnahmen wurden mit einem Steinway A-188 Flügel und der gleichen Mikrofonierung gemacht. Die letzten beiden akustischen Aufnahmen wurden am selben Steinway Flügel eingespielt, allerdings mit einer anderen Mikrofonierung. Hier wurden zwei AKG c391 B Kleinmembran-Kondensatormikrofone links und rechts hinter den Hämmern ungefähr 40 cm von den Saiten entfernt aufgestellt.

²³ Bortz/Döring 2006, S. 506.

²⁴ Siehe Anhang.

Diese Mikrofonierungen wurden ausgewählt, da sie sehr typische Positionierungen für die Abnahme von Flügeln sind und dem Klang der gesampelten Instrumente am nächsten kamen. Die Aufnahmen der akustischen Klaviere wurden alle als WAV-Dateien mit 24 bit und 44,1 kHz über das Musikbearbeitungsprogramm *Logic* aufgenommen. Als Audiointerface wurde das UA-25 EX der Firma Cakewalk von Roland benutzt. Keiner der Aufnahmen wurde Hall oder ähnliche Effekte hinzugefügt.

Von den 13 Aufnahmen wurde eine mit einem schlecht gesampelten Klang gemacht, um zu überprüfen, ob die Probanden grundsätzlich in der Lage sind, offensichtlich künstliche Klavierklänge zu erkennen. Diese Aufnahme wurde mit einem kostenlosen Piano Plug-In vom Musikbearbeitungsprogramm *Garage Band* gemacht. Es wurde mit einem billigen Keyboard eingespielt, das nicht verschiedene Anschlagsstärken unterscheidet. Außerdem wurde die Aufnahme vollständig quantisiert, sodass die Noten alle exakt auf dem Schlag ertönen. Dadurch klingt die Aufnahme sehr robotisch und künstlich.

Von den übrigen zwölf Aufnahmen wurden sechs mit einem echten Flügel und sechs mit einem hochwertig gesampelten Flügel gemacht. Es gab sechs verschiedene Werke, die gespielt wurden, jedes davon jeweils einmal auf einem echten Flügel und einmal auf einem digitalen Klavier. Drei der Werke wurden mit dem Haltepedal eingespielt und drei ohne. Darüber hinaus wurden Werke aus verschiedenen Epochen und mit verschiedenen Stimmungen genutzt um, zum einen, auszuschließen, dass die Ergebnisse von der Stilrichtung oder Stimmung der gespielten Werke abhängen und zum anderen den Probanden eine abwechslungsreiche Hörerfahrung zu ermöglichen. Anders als bei der Studie von Wapnick und Rosenquist musste nicht darauf geachtet werden, Ausschnitte mit kurzen Tönen zu nutzen, da mit der heutigen Technologie Samples nicht mehr geloopt werden müssen, sondern vom Anschlag bis zum Ausklingen gesampelt werden können. Die Aufnahmen wurden auf jeweils ungefähr 30 Sekunden gekürzt. Dies ist genügend Zeit, um beurteilen zu können, ob es sich um ein echtes oder ein gesampeltes Klavier handelt, und gleichzeitig nicht so lang, dass die Ohren der Probanden im Laufe des Versuches müde werden. Bei den Werken mit Haltepedal wurde der Anfang der Werke *Hochzeitstag auf Trolldhaugen* (op. 65 Nr. 6) von Edvard Grieg auf dem Steinway mit der ersten Mikrofonierung und mit dem *The Maverick*

Plug-In eingespielt. Außerdem wurden die *Visions Fugitives* (op. 22 Nr. 1) von Sergej Prokofjew auf dem Bösendorfer und mit dem *The Grandeur* Plug-In und ein einfaches, typisches Pop-Lick auf dem Steinway mit der zweiten Mikrofonierung und mit dem *Alicia's Keys* Plug-In eingespielt. Als Werke ohne Haltepedal wurde der Anfang von Bachs Menuett Nummer eins aus der ersten Partita (BWV 825) auf dem Steinway mit der ersten Mikrofonierung und mit dem *The Grandeur* Plug-In eingespielt. Sowie die Air aus der französischen Suite Nummer zwei (BWV 813), ebenfalls von Johann Sebastian Bach. Diese wurde auf dem Bösendorfer und mit dem *The Maverick* Plug-In eingespielt. Als drittes Werk ohne Haltepedal wurde eine typische Pop-Begleitung mit kurz angeschlagenen Akkorden auf dem Steinway mit der zweiten Mikrofonierung und dem *Alicia's Keys* Plug-In eingespielt.

Hieraus ergeben sich insgesamt drei Gruppierungen: Die Aufnahmen des Bösendorfers mit der ersten Mikrofonierung, die Aufnahmen des Steinway Flügels mit der ersten Mikrofonierung und Aufnahmen des Steinway Flügels mit der zweiten Mikrofonierung.

Für die Aufnahmen der gesampelten Flügel wurden drei verschiedene Plug-Ins von der Firma *Native Instruments* genutzt. Eines dieser Plug-Ins nennt sich *The Maverick*. Die Sampleaufnahmen dieses Plug-Ins stammen von einem im Jahr 1905 gebauten A-180 Flügel der Firma Bechstein.²⁵ Ein weiteres genutztes Plug-In heißt *The Grandeur*. Hierbei handelt es sich um einen modernen Hamburg Steinway D Konzertflügel.²⁶ Beide Software-Instrumente wurden in Zusammenarbeit mit der Firma *Galaxy Instruments* entwickelt und vom Produzenten Uli Baronowsky gesampelt. Die beiden Flügel wurden mit 18 Velocity-Layern gesampelt. Darüber hinaus gibt es verschiedene Obertonsamples, die das natürliche Resonanzverhalten der Flügel wiedergeben. Auch das Ausklingen der Töne wurde mit neun Velocity-Layern gesampelt.²⁷ Weitere Samples geben die Geräusche der Hämmer und Pedale wieder. Die Lautstärke all dieser zusätzlichen Geräusche lässt sich in der Software manuell einstellen. Insgesamt gibt es mehr als 2.500 einzelne Samples.²⁸ Das dritte Plug-In nennt sich *Alicia's Keys* und wurde in Zusammenarbeit mit der Popsängerin Alicia Keys, ihrer Tontechnikerin Ann

²⁵ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014b, S. 5.

²⁶ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014a, S. 5.

²⁷ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014a, S. 5; vgl. Hanley/Baronowsky 2014b, S. 5.

²⁸ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014a, S. 5; vgl. Hanley/Baronowsky 2014b, S. 5.

Mincieli und den beiden Sample-Experten Thomas Skarbye und Nils Liberg entwickelt. Die Aufnahmen für die Samples stammen von einem Yamaha C3 Neo Konzertflügel. Die Samples wurden mit 12 Velocity-Zonen pro Taste gesampelt. Für die Aufnahmen der Samples wurden Vintage-Mikrofone und Vorverstärker genutzt.²⁹

Beim *The Maverick* Plug-In wurde zunächst die Voreinstellung *Natural Maverick* als Ausgangseinstellung gewählt. Der Hall, der sich in diesem Plug-In *Space* nennt, wurde komplett deaktiviert, genau wie der Equalizer. Die Geräusche der Hämmer, Dämpfer, Seiten und des Pedals wurden etwas lauter gemacht. Beim *The Grandeur* Plug-In wurde die Voreinstellung *Chamber Music Hall* ausgewählt. Auch hier wurde der Hall deaktiviert und der Equalizer blieb deaktiviert. Das *swap* Stereoimage wurde deaktiviert, sodass, wie bei allen anderen Aufnahmen auch, die hohen Saiten auf dem rechten und die tiefen Saiten auf dem linken Ohr zu hören sind. Die Hammergeräusche wurden aktiviert und die Pedal- und Dämpfergeräusche wurden etwas verstärkt. Die Saiten- und Hammergeräusche wurden auf -10db beziehungsweise -11db erhöht, sodass sie sehr laut zu hören sind. Beim *Alicia's Keys* Plug-In wurde die Einstellung gewählt, die beim Öffnen des Plug-Ins erscheint. Der Hall wurde auch hier deaktiviert.

Es war sehr wichtig, die Lautstärke der einzelnen Aufnahmen anzupassen, damit mögliche Häufigkeiten nicht durch Lautstärkeunterschiede verschuldet sind. Somit wurde bei den Aufnahmen der gleichen Werke – von denen eines mit einem gesampelten und eines mit einem echten Flügel eingespielt wurden – darauf geachtet, dass sie die gleiche durchschnittliche Lautstärke haben. Mit einem Analysetool wurde die durchschnittliche Lautstärke ermittelt und dann angepasst. Die verschiedenen Werke wurden untereinander nur nach Gehör angepasst. Eine Anpassung nach gleicher durchschnittlicher Lautstärke hätte keinen Sinn ergeben, da die einzelnen Werke einen unterschiedlichen Dynamikumfang hatten. Darüber hinaus bestand keine Gefahr, dass das Gesamtergebnis dadurch beeinflusst wird, da Lautstärkeunterschiede immer sowohl die gesampelte, als auch die echte Klavieraufnahme betreffen.

Bei den Aufnahmen der echten Klaviere war ein ganz leises Rauschen im Hintergrund zu hören. Dies kam zum einen durch eine Straße, die sich in der Nähe des

²⁹ Vgl. Native Instruments 2020, ohne Seitenzahl.

Aufnahmeortes befindet, und zum anderen durch die Mikrofone. Damit die Ergebnisse nicht durch dieses Rauschen verzerrt werden, wurde eine Tonspur nur mit dem Rauschen des Raumes aufgenommen. Diese Tonspur wurde dann unter die Aufnahmen der gesampelten Instrumente gelegt.

3.2 Stichprobe

Die Probanden waren Musikstudierende der Technischen Universität Dortmund mit dem Haupt- oder Nebenfach Klavier. Hierbei handelt es sich um ambitionierte Pianisten, die bereits viel Zeit mit dem Instrument verbracht haben. Von den 23 Probanden haben 7 Studierende Klavier als Hauptfach und 16 Klavier als Nebenfach.

3.3 Durchführung

Zunächst wurde ein Pretest durchgeführt. Hierbei wurde kontrolliert, ob der Fragebogen verständlich und der Test auf diese Weise durchführbar ist. Beim Pretest zeigte sich, dass der Test durchführbar und die Instruktion verständlich ist. Rechtschreibfehler in der Instruktion des Fragebogens wurden korrigiert.

Der Versuch wurde in den Räumlichkeiten der TU Dortmund durchgeführt. Die Probanden bekamen einen Fragebogen und hatten genügend Zeit, den einleitenden Text zu lesen. Im Text wurde den Probanden der Versuchsaufbau erklärt. Darüber hinaus wurden sie auch auf die Möglichkeit hingewiesen, dass alle Aufnahmen von echten beziehungsweise alle Aufnahmen von gesampelten Klavieren kommen könnten. Sie wurden gebeten nur auf den Klang der Töne und nicht auf Nebengeräusche zu achten, da Pedalgeräusche und Mikrofonrauschen in beiden Arten von Aufnahmen zu hören ist.

Anschließend bekamen die Probanden hochwertige Studiokopfhörer des Modells K271 MkII der Marke AKG. Die Kopfhörer waren mit dem internen Kopfhörerausgang eines 13 Inch MacBook Air von Anfang 2015 verbunden. Die Aufnahmen wurden mit dem Computer als WAV-Datei mit dem Programm QuickTime abgespielt. Sie wurden von 1

bis 13 nummeriert, die Zuteilung der Nummerierungen wurde vorher nach dem Zufallsprinzip ausgelost. Die Reihenfolgen, in denen die Hörer die Aufnahmen vorgespielt bekommen haben, wurde ebenfalls ausgelost, sodass ausgeschlossen werden kann, dass die Ergebnisse von der Reihenfolge abhängen, in der die Aufnahmen vorgespielt werden.

Die Probanden hörten jede Aufnahme exakt ein Mal und jede Aufnahme wurde von vorne bis hinten durchgespielt, auch wenn sich die Probanden bereits entschieden hatten. Nach dem Hören der Aufnahme hatten sie noch bis zu 30 Sekunden Zeit, sich zu entscheiden, bevor die nächste Aufnahme abgespielt wurde. Wenn die Probanden sich sicher waren, wurde die nächste Aufnahme auch schon eher abgespielt.

Nachdem die Probanden den Versuch beendet hatten, wurde nicht verraten, welche Aufnahmen mit gesampelten und welche mit echten Klavieren gemacht wurden. Erst nachdem alle Probanden den Versuch beendet hatten, wurden interessierte Probanden darüber informiert, wie viele Aufnahmen sie richtig zugeteilt haben.

3.4 Auswertung

Um die Ergebnisse auszuwerten, werden zunächst alle Daten in einer Tabelle zusammengefasst. Dann werden die zu untersuchenden Gruppierungen gebildet, also beispielsweise Aufnahmen mit Pedal und Aufnahmen ohne. Die Ergebnisse aus diesen Gruppierungen werden dann mithilfe des Chi-Quadrat-Tests auf ihre Signifikanz überprüft. Der Chi-Quadrat-Test wird bei Vergleichen von Häufigkeiten eines zweifach gestuften Merkmals verwendet.³⁰ Hier wird zunächst eine Nullhypothese formuliert, die überprüft, ob das Ergebnis zufällig zustande gekommen ist. Ergibt der Test dann, dass die Ergebnisse einen gewissen Wert für Chi-Quadrat übersteigen, kann man davon ausgehen, dass mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die gleichen Ergebnisse auftreten, wenn man den Test wiederholt. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich bei

³⁰ Vgl. Bortz 1985, S. 187ff.

wiederholtem Test auch das Ergebnis wiederholt, nennt man Signifikanzniveau. Es wird mit α angegeben.³¹

Zunächst wurde immer die Nullhypothese aufgestellt, dass die Ergebnisse zufällig verteilt sind, sodass 50% der Probanden die Aufnahmen für gesampelt und 50% die Aufnahmen für echt hielten. Die Hypothese H_1 hing von der jeweiligen Gruppierung ab. Der Chi-Quadrat-Test wurde dann zunächst für das einfach gestufte Merkmal mit der Formel: $\chi^2 = \sum \frac{(\text{Beobachtete Häufigkeit} - \text{Erwartete Häufigkeit})^2}{\text{Erwartete Häufigkeit}}$ berechnet. Die beobachtete Häufigkeit ist zum einen die Häufigkeit, mit der Aufnahmen für gesampelt gehalten wurden und zum anderen die Häufigkeit, mit der Aufnahmen für echt gehalten wurden. Die Ergebnisse der beiden χ^2 -Werte werden nun mit einander addiert. Der χ^2 -Wert kann nun in einer Tabelle für die χ^2 -Verteilung abgelesen werden.³² Dabei wird bei zweifach gestuften Merkmalen in der Reihe d.f.=1 geschaut. Alle Ergebnisse werden auf das Signifikanzniveau von $\alpha=5\%$ hin überprüft. Also wird der Wert aus der Spalte 0,950 als kritischer Wert festgelegt. In diesem Test ergibt sich somit eine Signifikanz, wenn $\chi^2 \geq 3,84146$ ist.

³¹ Vgl. Bortz 1985, S. 187ff.

³² Vgl. Bortz 1985, S. 837, zitiert nach Hays/Winkler: Statistics, Vol I, Seite 604f. New York: Holt Rinehart and Winston, 1970.

4. Ergebnisse

Die Aufnahme mit dem schlecht gesampelten Klavierklang wurde von den 23 Probanden 22-mal richtig als gesampelt erkannt. Sie wird bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt, da im Folgenden nur die gut gesampelten Plug-Ins mit den echten Aufnahmen verglichen werden. Bei den restlichen 12 Aufnahmen gab es von den 276 Antworten der 23 Probanden in Summe 139 richtige und 137 falsche Antworten. Dies bedeutet, dass 50,36%³³ der Antworten richtig und 49,64% falsch waren. Bei den Studenten mit Klavier als Hauptfach gab es von 84 Antworten 37 richtige und 47 falsche. Prozentual bedeutet das, dass 44,05% der Antworten richtig und 55,95% falsch waren. Die Probanden mit Klavier als Nebenfach haben insgesamt von 192 Antworten 102 Mal (53,13%) richtig und 90 Mal (46,88%) falsch geantwortet.

Die Aufnahmen der echten Flügel wurden von 138 Antworten 77 Mal richtig und 61 Mal falsch zugeordnet. Bei der Überprüfung mit dem Chi-Quadrat-Test ergibt sich für den ersten beobachteten Wert $\chi^2 = \frac{(77 - 69)^2}{69} = 0,93$. Für den zweiten beobachteten Wert ergibt sich $\chi^2 = \sum \frac{(61 - 69)^2}{69} = 0,93$. Somit ergibt sich insgesamt für $\chi^2 = 0,93 + 0,93 = 1,86$. Für $\alpha = 0,05$ und d.f. = 1 kann aus der Tabelle abgelesen werden, dass der ermittelte χ^2 -Wert den kritischen Wert nicht überschreitet. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen werden und echte Klaviere wurden nicht signifikant häufiger als echte Klaviere erkannt.

Die Aufnahmen des Bösendorfer 290 Imperials wurden 22-mal für die eines gesampelten Klavieres gehalten und 24-mal für die eines echten Klavieres. Die Aufnahmen des Steinway Flügels in der ersten Mikrofonierung wurden 20-mal für gesampelt und 26-mal für echt gehalten. Die Aufnahmen des Steinway Flügels mit der zweiten Mikrofonierung wurden 19-mal für gesampelt und 27-mal für echt gehalten. Der Chi-Quadrat-Test ergab, dass die Aufnahmen des Steinways sowohl mit der ersten Mikrofonierung, als auch in der zweiten Mikrofonierung nicht signifikant häufiger als der Bösendorfer Flügel als echt erkannt wurden.

³³ Alle Prozentzahlen werden auf zwei Nachkommastellen gerundet.

Die Aufnahmen des *The Maverick* Plug-Ins wurden 28-mal für echt und 18-mal für gesampelt gehalten. Der Chi-Quadrat-Test zeigt, dass das Plug-In nicht signifikant häufig für echt gehalten wurde.

Die Aufnahmen des *The Grandeur* Plug-Ins wurden 30-mal für echt und 16 Mal für gesampelt gehalten. Bei Untersuchung der Ergebnisse mit dem Chi-Quadrat-Test ergab sich $\chi^2=4,26$. Die Nullhypothese wird somit verworfen und es gilt die H_1 : Das Plug-In *The Grandeur* wird häufiger für echt als für gesampelt gehalten.

Die Aufnahmen des Plug-Ins *Alicia's Keys* wurden 18-mal für echt und 28 Mal für gesampelt gehalten. Hier zeigt der Chi-Quadrat-Test, dass die Aufnahmen nicht signifikant häufiger für gesampelt gehalten wurden. Besonders häufig wurden jedoch die Aufnahmen vom *Alicia's Keys* Plug-In ohne Pedal als gesampelt erkannt. 17 der 23 Probanden haben diese für gesampelt gehalten. Mit $\chi^2=5,26$ zeigt der Chi-Quadrat-Test, dass sich die Werte signifikant unterscheiden. Somit gilt die H_1 : Das *Alicia's Keys* Plug-In wird, ohne Pedal gespielt, häufiger für gesampelt als für echt gehalten.

Die Aufnahmen mit Popstücken wurden 47-mal (48,91%) für gesampelt und 45-mal (51,09%) für echt gehalten. Die Aufnahmen mit klassischen Klavierstücken wurden 76-mal (41,30%) für gesampelt und 108-mal (58,70%) für echt gehalten. Der Chi-Quadrat-Test zeigt mit $\chi^2=5,57$, dass die Nullhypothese verworfen werden muss. Angenommen wird die H_1 : Aufnahmen klassischer Werke werden signifikant häufiger für echt als für gesampelt gehalten. Insgesamt wurden 123 Aufnahmen (44,57%) für gesampelt und 153 Aufnahmen (55,43%) für echt gehalten. Beim Chi-Quadrat-Test ergibt sich $\chi^2=3,26$. Somit unterscheiden sich die Zahlen nicht signifikant.

Die Aufnahmen der gesampelten Klaviere, die mit Pedal eingespielt wurden, wurden 41-mal (59,42%) für echt und 28-mal (40,58%) für gesampelt gehalten. Der Chi-Quadrat-Test zeigt mit $\chi^2=2,45$, dass diese Unterschiede nicht signifikant sind. Die Aufnahmen der gesampelten Klaviere ohne Pedal wurden 35-mal (50,72%) für echt und 34-mal (49,27%) für gesampelt gehalten. Insgesamt wurden Aufnahmen mit Pedal 56-mal (40,58%) für gesampelt und 82-mal (59,42%) für echt gehalten. Aufnahmen ohne Pedal wurden 67-mal (48,55%) für gesampelt und 71-mal (51,45%) für echt gehalten. Nach der Überprüfung mit dem Chi-Quadrat-Test wird die Nullhypothese mit $\chi^2=4,90$

verworfen und es gilt H_1 : Aufnahmen mit Pedal werden signifikant häufiger für echt gehalten.

Keiner der Probanden hat alle Aufnahmen richtig erkannt. Das beste Ergebnis erzielte ein Proband mit Klavier als Nebenfach. Der Proband ordnete neun der 12 Aufnahmen richtig zu.

5. Diskussion

Die Probanden konnten, mit einer Ausnahme, alle die schlecht gesampelte Aufnahme als gesampelt erkennen. Dies unterstützt die Ergebnisse, die Wapnick und Rosenquist 1991 in ihrer Studie veröffentlichten, bei der die Probanden ebenfalls schlecht gesampelte Klaviere für unnatürlich hielten. Bei den gut gesampelten Aufnahmen, sieht es hingegen anders aus. Die Ergebnisse zeigen, dass die Probanden insgesamt nicht den Unterschied zwischen Aufnahmen von gut gesampelten und echten Klavieren erkennen konnten. 49,64% der Antworten waren falsch. Dabei haben Klavier Hauptfachstudenten nicht besser abgeschnitten als Studenten mit Klavier als Nebenfach. Der Grund dafür, dass die Probanden den Unterschied heutzutage nicht mehr hören können, ist der technische Fortschritt, den es im Bereich digitalem Sampling in den letzten 30 Jahren gab. Die Töne können heute beliebig lange gesampelt werden, ohne dass sie geloopt werden müssen, weil der Speicherplatz in großen Mengen vorhanden ist. Darüber hinaus kann jeder Ton einzeln gesampelt werden und somit gibt es keine fehlenden Töne mehr, die durch künstliche Tonhöhenänderung digital angepasst werden. Zuletzt tragen auch die zahlreichen Velocity-Zonen dazu bei, dass die gesampelten Instrumente realistischer klingen. All dies lässt sich mit den Ergebnissen dieser Studie untermauern.

Es gab die Tendenz, dass echte Flügel häufiger für echt als für gesampelt gehalten wurden. Diese Tendenz war allerdings nicht signifikant und kann somit auch dem Zufall geschuldet sein. Außerdem wurden auch insgesamt mehr Aufnahmen für echt gehalten, sodass die Tendenz auch damit zusammenhängen kann.

Obwohl es insgesamt genauso viele falsche wie richtige Antworten gab, gab es jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Plug-Ins. Die Aufnahmen des Plug-Ins *Alicia's Keys* wurden am häufigsten als gesampelt erkannt, allerdings waren die Ergebnisse nicht signifikant. Lediglich die eine Aufnahme des *Alicia's Keys* Plug-Ins, die ohne Pedal eingespielt wurde, wurde signifikant häufig als gesampelt erkannt. Im Gegenzug dazu wurden jedoch die Aufnahmen des *The Grandeur* Plug-Ins signifikant häufig für echt gehalten. Ein Grund könnte hierfür die Anzahl der vorhandenen Velocity-Zonen sein. Das *Alicia's Keys* Plug-In wurde mit lediglich 12 Velocity-Layern pro Taste gesampelt, wohingegen die anderen beiden gesampelten Klaviere mit je 18 Velocity-Zonen gesampelt wurden. Ein anderer Grund könnte sein, dass die Einstellungen am Plug-In nicht gut gewählt waren. Verglichen mit den anderen beiden Plug-Ins wurden beim *Alicia's Keys* Plug-In relativ viele Obertonschwingungen hinzugefügt. Dies hätte auch anders eingestellt werden können und ist somit nicht zwingend auf das Plug-In zurückzuführen. Ein weiterer Grund kann auch die Auswahl der Werke sein, die mit dem *Alicia's Keys* Plug-In eingespielt wurden. Es handelte sich hierbei jeweils um Werke der Populärmusik. Insgesamt wurden Werke der klassischen Musik nämlich, unabhängig davon, ob sie auf einem echten oder einem gesampelten Klavier gespielt wurden, signifikant häufiger für echt als für gesampelt gehalten. Werke der Populärmusik hingegen, wurden nicht signifikant häufiger für echt gehalten. Ein weiterer Grund könnte der sehr eigene Klang des Plug-Ins sein. Der gesampelte Flügel, ein Yamaha C3 Neo, ist Alicia Keys eigener Flügel, von dem es weltweit nur drei Exemplare gibt.³⁴ Darüber hinaus wurden für die Aufnahmen Vintage-Mikrofone und Vorverstärker genutzt.³⁵ Somit kann es auch an dem einmaligen Klang liegen, dass die Probanden diesen für nicht echt hielten. Um dies mit Sicherheit sagen zu können, müsste der Versuch noch einmal im Vergleich mit Aufnahmen eines echten Yamaha C3 Neos gemacht werden.

Im Gegenzug dazu wurde das *The Grandeur* Plug-In insgesamt signifikant häufiger für echt als für gesampelt gehalten. Besonders interessant ist hierbei, dass unter den zwei Aufnahmen, die mit diesem Plug-In gemacht wurden, auch die Aufnahmen von

³⁴ Vgl. Rainer 2010 S. 5

³⁵ Vgl. Native Instruments 2020, ohne Seitenzahl.

Prokofjews *Visions Fugitives* (op. 22 Nr. 1) waren. Dieses Werk hat viele Haltetöne. Solche Werke wurden bei der Studie von Wapnick und Rosenquist noch außen vor gelassen, da diese zu offensichtlich künstlich klangen. Dies ist mithilfe der heutigen Technik nicht mehr der Fall, da die Probanden das Plug-In auch bei dieser Aufnahme nicht als künstlich erkannt haben. Es gibt mehrere mögliche Erklärungen dafür, dass das Plug-In signifikant häufig für echt gehalten wurde. Zum einen waren die Hammer und Saitengeräusche sehr viel lauter als bei den anderen Aufnahmen. Obwohl im einführenden Text explizit darum gebeten wurde nur auf den Klang der Töne zu achten, haben sich Probanden scheinbar von Pedalgeräuschen beeinflussen lassen. Aufnahmen, die mit Pedal gespielt wurden, wurden nämlich signifikant häufig für echt gehalten. Somit könnte es auch sein, dass die Hammergeräusche die Entscheidungsfindung ebenso beeinflusst haben. Ein anderer Grund könnte sein, dass für das Plug-In ein Steinway D Konzertflügel gesampelt wurde.³⁶ Dies ist einer der Flügel, die in Konzerthäusern häufig zu finden sind. Dadurch, dass viele Musikstudenten klassische Konzerte besuchen oder Aufnahmen von solchen hören, könnte es sein, dass sie diesen Klang für besonders echt halten.

Bei den Aufnahmen des *The Maverick* Plug-Ins gab es ebenfalls die Tendenz, dass sie häufiger für die eines echten Klaviers, als für gesampelt gehalten wurden. Diese war jedoch nicht signifikant. Dies spricht dafür, dass es bei diesem Plug-In Zufall war, ob es als echt oder als gesampelt wahrgenommen wurde. Auch dieses Ergebnis unterstützt die These, dass gut gesampelte Klaviere in der heutigen Zeit nicht mehr als gesampelt erkannt werden.

Es zeigte sich, dass Aufnahmen klassischer Werke signifikant häufiger für echt als für gesampelt gehalten wurden. Bei den Aufnahmen der Popstücke zeigte sich diese Tendenz nicht. Dies kann daran liegen, dass Studenten davon ausgehen, besonders bei klassischer Musik, die nach allgemeiner Meinung mehr Wert auf musikalischen Ausdruck und Dynamik legt, gesampelte Instrumente deutlicher erkennbar sein müssten.

³⁶ Vgl. Hanley/Baronowsky 2014a, S. 5.

Der Bösendorfer wurde nur bei 24 von 46 Antworten für echt gehalten. Der Steinway wurde etwas häufiger als echt erkannt, allerdings sind die Ergebnisse nicht signifikant. Das bessere Abschneiden des Steinways könnte damit zusammenhängen, dass der Bösendorfer neuer als der Steinway ist und somit alles sehr brillant und sauber klingt. Beim Steinway sind die Hämmerchen hingegen schon etwas stärker abgespielt. Dies könnte dazu geführt haben, dass dieser Flügel roher und somit echter klang. Natürlich stellt sich die Frage, wieso echte Flügel überhaupt für gesampelt gehalten werden, aber dies hängt mit dem Versuchsaufbau zusammen. Obwohl im erklärenden Text deutlich gemacht wurde, dass auch alle Aufnahmen von echten beziehungsweise alle Aufnahmen von gesampelten Klavieren sein können, haben die Probanden alle Aufnahmen kombiniert nicht signifikant häufiger für echt als für gesampelt gehalten. Sie schienen also davon auszugehen, dass sie ungefähr genau so häufig Aufnahmen für gesampelt wie für echt halten müssten. All dies unterstützt die These, dass die Unterschiede zwischen gesampelten und echten Klavieren nicht gehört wurden.

6. Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Technik seit der Studie von Wapnick und Rosenquist einen enormen Fortschritt im Bereich des digitalen Samplings gemacht hat. Musikstudenten können nicht mehr den Unterschied zwischen Aufnahmen von gut gesampelten und echten Klavieren hören. Während die Probanden bei der Studie von Wapnick und Rosenquist nicht wussten, dass manche der Aufnahmen mit gesampelten Klavieren gemacht wurden, haben sich die Probanden dieser Studie speziell darauf fokussiert den Unterschied zwischen gesampelten und echten Klavieren wahrzunehmen. Trotzdem hörten die Probanden der Studie von Wapnick und Rosenquist einen Unterschied, während die Probanden dieser Studie keinen Unterschied mehr wahrnahmen.

Für alle Musiker, die nicht die Möglichkeiten haben einen echten Flügel aufzunehmen sind dies großartige Nachrichten, denn es bedeutet, dass sie ein kostengünstiges E-Piano und gut gesampelte Plug-Ins für ihre Aufnahme nutzen können. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird dem Zuhörer dies nicht auffallen.

In einer Folgestudie könnte nun untersucht werden woran es lag, dass das *Alicia's Keys* Plug-In so häufig als gesampelt erkannt wurde. Die Herangehensweise müsste dabei allerdings eine andere sein. Bei einer solchen Studie müsste besonders darauf geachtet werden, dass verschiedene Stilrichtungen eingespielt werden. Die Vergleichsaufnahmen müssten außerdem ebenfalls mit einem Yamaha C3 Neo gemacht und Vintage-Mikrofone und Verstärker müssten benutzt werden. Außerdem könnte eine Studie erörtern, ob Tontechniker und Toningenieure den Unterschied besser hören können. Dabei müsste dann allerdings noch exakter darauf geachtet werden, dass alle Aufnahmen mit vergleichbaren Mikrofonen gemacht wurden und dass die Räumlichkeiten, in denen die Aufnahmen der echten Klaviere gemacht werden hochwertige Tonstudios oder Konzertsäle sind. Darüber hinaus wäre es interessant zu untersuchen, ab welchem technischen Aufwand des Sampelns ambitionierte Pianisten in der Lage sind, den Unterschied zwischen den echten und den gesampelten Klavieren zu erkennen. Zuletzt könnte untersucht werden, ob andere Technologien des künstlichen Klaviers zu ähnlichen Ergebnissen kommen. In den letzten Jahren hat die Physikalische Modellierung, beispielsweise, einen enormen Fortschritt im Bereich synthetischer Klavierklänge gemacht.

Literaturverzeichnis

Berweck, Sebastian: Die Geschichte der elektronischen Musik.1949-1985: Chamberlin, Mellotron und Optigan. Die analogen Sample Player. Online aufgerufen am 14.01.2020 unter <https://www.bonedo.de/artikel/einzelansicht/die-geschichte-der-elektronischen-musik-7.html>, 2015.

Bortz, Jürgen/Döring, Nicola: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 4., überarbeitete Auflage, 2006.

Bortz, Jürgen: Lehrbuch der Statistik. Für Sozialwissenschaftler. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag. 2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 1985.

Görne, Thomas: Tontechnik. Hören, Schallwandler, Impulsantwort und Faltung, digitale Signale, Mehrkanaltechnik, tontechnische Praxis. München: Hanser, 2014.

Hanley, Adam/Baronowsky, Uli: The Grandeur Manual. Berlin/Los Angeles/Tokio/London: Native Instruments, 2014a.

Hanley, Adam/Baronowsky, Uli: The Maverick Manual. Berlin/Los Angeles/Tokio/London: Native Instruments, 2014b.

Joe: A Brief History of Sampling. Online aufgerufen am 14.1.2020 unter <https://www.thomann.de/blog/en/a-brief-history-of-sampling/>, 2018.

Jungleib, Stanley: Prophet 2000 Digital Sampling Keyboard and Prophet 2002 Rack-Mount Sampler Operation Manual. San Jose: Sequential, 1986.

Kvifte, Tellef: Digital Sampling and Analogue Aesthetics. Online aufgerufen am 12.01.2020 unter https://www.researchgate.net/publication/234037742_Digital_sampling_and_analogue_aesthetics, 2007, S. 105-128.

Lösener, Bernhard: SCI Prophet 2000 – Sampler. Online aufgerufen am 14.01.2020 unter <https://www.soundandrecording.de/equipment/sci-prophet-2000-sampler/>, 2016.

Native Instruments: Alicia's Keys. Online aufgerufen am 03.01.2020 unter <https://www.native-instruments.com/de/products/komplete/keys/alicias-keys/>, 2020.

Rainer, Ryan: Alicia's Keys Manual. Berlin/Los Angeles: Native Instruments, 2010

Wapnick, Joel/Rosenquist, Mary-Jo: Preferences of Undergraduate Music Majors for Sequenced versus Performed Piano Music. In: Journal of Research in Music Education, 39/2, 1991, S. 152-160.

Anhang

Sie werden nun 13 Klavieraufnahmen in zufälliger Reihenfolge hören. Diese wurden entweder mit einem echten, oder mit einem gesampelten Flügel eingespielt. (Sampling ist das, was bei den meisten E-Pianos verwendet wird). Alle Aufnahmen sind ca. 30 Sekunden lang und Sie hören jede Aufnahme einmal. Nachdem Sie eine Aufnahme angehört haben, haben Sie 30 Sekunden Zeit um anzukreuzen, ob Sie die Aufnahme für die eines gesampelten oder eines echten Flügels halten.

Achten Sie dabei nur auf den Klang der Töne, Nebengeräusche wurden bei beiden Arten von Aufnahmen hinzugefügt. Beachten Sie außerdem, dass die Anzahl von Aufnahmen von gesampelten und echten Flügeln nicht gleich ist. Es können auch alle Aufnahmen von echten, bzw. von gesampelten Flügeln stammen.

Ich habe Klavier als: Hauptfach Nebenfach

	Ich halte die Aufnahme für:	
Aufnahme	echt	gesampelt
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

Eidesstattliche Versicherung

Name, Vorname

Matrikelnummer

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ort, Datum

Unterschrift

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz - HG -)

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft. Die Technische Universität Dortmund wird ggf. elektronische Vergleichswerkzeuge zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die obenstehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Ort, Datum

Unterschrift