

ElectroBody – Der menschliche Körper als Musik-Controller

Martin Lubczyk, Michael Kirschner, Cornelius Pöpel

Hochschule Ansbach, Multimedia und Kommunikation

{martin.lubczyk, michael.kirschner, cornelius.poepel}@hs-ansbach.de

Zusammenfassung

In diesem Paper wird das Ganzkörper-Improvisations-Objekt *ElectroBody* vorgestellt. Hierbei handelt es sich um eine interaktive Klanginstallation, die einerseits durch Sprachbefehle gesteuert werden kann und die andererseits Bewegungen des Körpers der BenutzerInnen interpretiert, um daraus Controllerdaten zu generieren. Anhand dieser Daten werden Klangsyntheseprozesse einer Digital Audio Workstation gesteuert, Samples getriggert und in der derzeitigen prototypischen Fassung Dubstep-Musik erzeugt. Hierbei wird ein Trackingverfahren eingesetzt, bei dem mehrere Punkte des Körpers verfolgt und in 3D erfasst werden. Durch Bewegungen der Arme werden Klänge eines Grundinstrumentes und deren Tonhöhe gesteuert. Mit den Beinen können verschiedene Effekte und Manipulationen dieser Klänge hinzugefügt werden. Eine Veränderung der Position des Oberkörpers wirkt sich auf den Klang der gesamten Audioausgabe aus. In diversen Tests unter unterschiedlichen Bedingungen wurde *ElectroBody* von den ProbandInnen positiv bewertet. Eine strukturierte Evaluation auf der Basis eines wissenschaftlich fundierten Verfahrens ergab ebenfalls positive Messergebnisse.

1 Einleitung

Musikinterpretation und Musikimprovisation findet häufig mit traditionellen Musikinstrumenten oder mit der menschlichen Stimme statt – eine Kunst, die für ungeübte Personen oder Menschen ohne musiktheoretisches Hintergrundwissen oft ein Feld darstellt, das sehr faszinierend wirkt, das aber ohne größere zeitliche Investitionen kaum erreichbar ist. Mit der Entwicklung des *ElectroBody* soll für diese Zielgruppe ein System zur Verfügung gestellt werden. Die Kunst des musikalischen Improvisierens soll auch ohne vorheri-

ge jahrelange Übung an einem Instrument oder mit der Stimme zugänglich werden, Spaß machen und zu ansehnlichen Ergebnissen führen. Des Weiteren soll die Einbindung des gesamten Körpers zur Erzeugung verschiedener Klänge und Musik möglich sein und neue körperlich-musikalische Erfahrungen eröffnen.

Durch die zunehmend von Computerspielen und Internet dominierte Freizeitgestaltung vieler Menschen treten Sport und körperliche Betätigungen oft in den Hintergrund. Bei *ElectroBody* wird die Idee des körpergesteuerten Computerspielens mit der Musikimprovisation verknüpft und bringt wieder mehr Bewegung in den computerbezogenen Alltag der BenutzerInnen.

Da im Bereich des gestengesteuerten Klangs schon diverse Entwicklungen zu finden sind, ist die Frage der „Neuartigkeit“ oder „Besonderheit“ dieses weiteren Objekts zu stellen. Im Vergleich zum Theremin (s.u.) oder etwa zu Instrumenten der *DanceDanceRevolution*¹ wird in *ElectroBody* die Einbindung des gesamten Körpers zum Erschaffen von Musik und den Bezug auf aktuell beliebte Musikstile angestrebt. Die vorliegende Arbeit wird als „Work in Progress“ verstanden, die in eine Richtung zielt, welche in der Kombination der verwendeten technischen und musikalischen Elemente neu ist und die auf eine längerfristige und nutzerinteressenbasierte Entwicklung hin ausgelegt ist.

Ausgiebige Tests mit Probanden und eine Evaluation im Bezug auf die pragmatische und hedonische Qualität der aktuellen Version von *ElektroBody* bestätigten den Autoren, ein attraktives und unterhaltsames System geschaffen zu haben. Im Bezug auf die Bedienbarkeit konnten Schwachstellen gefunden werden, die bei weiteren Iterationszyklen des *ElektroBody* behoben werden sollen.

2 Motivation

Inspiriert durch die Entwicklung der interaktiven Installation „Räumlich“ (vgl. Kirschner et al. 2014) – einer Kinect-basierenden Richard-Wagner-Klanglandschaft – und bestärkt durch das positive Besucher-Feedback in Ausstellungen, die „Räumlich“ zeigten, entstanden erste Ideen für ein auf Körperbewegungen basierendes Instrument, das vor allem im Bereich der elektronischen Musik angesiedelt werden sollte. Der Antrieb für das Projekt

¹ <https://www.konami.com/ddr/> <5.10.2014>

entsprang der Anziehungskraft des aus Südengland stammenden Musikgenres Dubstep. Dubstep ist ein Stil der elektronischen Musik, der vor allem bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen sehr beliebt ist, und der in Clubs sowie den Charts immer mehr Erfolge aufweisen kann.

Anders als bei vielen Entwicklungen der körpergesteuerten Klangerzeugung, die sich meist auf einen Klang spezialisiert haben, stand das Erzeugen von stilprägenden und unterschiedlichen Klängen im Vordergrund. Ziel war es, dass mit *ElectroBody* diese Klänge allein durch Körperbewegungen gesteuert werden können. Einer BenutzerIn soll es möglich sein, mittels Körperbewegungen, die einem durchschnittlichen und gesunden Menschen möglich sind, einen Song in der Stilrichtung des Dubstep zu erzeugen. Neben dem musikalischen Aspekt soll der Benutzer aufgrund diverser Manipulationsmöglichkeiten seiner Performance zum ständigen Bewegen animiert werden und somit seine körperliche Aktivität durch das Musizieren fördern. Weiterhin soll die Benutzung möglichst viel Spaß bieten. In der Summe sollen folgende Ansätze miteinander verbunden werden:

- Ein(e) BenutzerIn soll Musik in Stil von Dubstep allein durch Gestik erschaffen können.
- Sie/er soll auch ohne großartige musikalische Vorkenntnisse die Möglichkeit haben, eine möglichst zufriedenstellende Musik zu generieren.
- Das System soll einfach zu bedienen sein.
- Es soll Spaß an der Steuerung eines Musikstückes bieten sowie zur körperlichen Bewegung animieren.

3 Ähnliche Entwicklungen

Die Idee, ein Instrument zu schaffen, das berührungslos allein durch Bewegungen des Körpers gesteuert wird, hatte bereits der russische Entwickler Lew Termen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Seine Entwicklung „Thereminvox“ (kurz Theremin) wurde bereits 1919 vorgestellt. Diese Erfindung, welche auf die elektrische Kapazität des menschlichen Körpers reagiert, gilt als eines der ersten elektronischen Musikinstrumente überhaupt. Hier wird anhand der Position der Hände des Benutzers der Klang des Theremins beeinflusst (vgl. Aldoshina & Davidenkova 2010).

Mit der fortschreitenden technischen Entwicklung entstanden immer mehr Möglichkeiten der berührungslosen Klangmanipulation. Die Entwicklungen reichen von Bewegungssensoren über Laser – wie in der Laser-Harfe von

Bernard Henri Szajner (1982) – bis hin zum Einsatz von Videotracking. Vor allem Letzteres weckte durch die Markteinführung der Kinect-Kamera – einer kostengünstigen Kombination aus PrimeSense-, Tiefensensor, 3D-Mikrofon und Farbkamera² – sowie dem Software Development Kit (SDK) „Kinect for Windows“, welches es ermöglicht, insgesamt 20 Punkte des menschlichen Körpers in einem dreidimensionalen Raum zu scannen, das Interesse vieler Entwickler. Neben diversen Applikationen im Bereich 3D, Motion Capturing sowie von Bühnenperformances und medizinischen Visualisierungen hat diese Technologie auch im Bereich Sound Einzug gefunden (vgl. Geiger & Pogscheba 2011). Ein Beispiel wäre das Gesture Based Audio Interface von Anthony Churnside, Chris Pike und Max Leonard (2011). Diese Autoren präsentieren ein System, welches durch Gestik ein Panning im 3D-Raum ermöglicht. Ein weiterer Entwickler, der sich auf die Steuerung von Controllerdaten in einer digitalen Work Station (DAW) mit der Verwendung von Microsofts Kinect-Kamera spezialisiert hat, ist Chris Vic mit seiner Applikation „Kinectar“.³ Ähnlich wie beim Theremin werden Manipulationen der Controllerdaten aufgrund der Position der Hände errechnet und an eine DAW weitergeleitet. Aufgrund der Beschränkung auf nur zwei der 20 Scanpunkte der Kinect-Kamera ist hier aber nur ein Teil der Möglichkeiten ausgeschöpft worden, die diese Technologie bietet. *ElectroBody* hingegen baut auf dem Tracking sämtlicher Gliedmaßen des Nutzers auf und erzeugt somit viel Spielraum, die Musiksteuerung individuell und abwechslungsreich zu gestalten.

4 Idee und Lösungsplan

Bevor mit der Umsetzung des Projektes begonnen werden konnte, musste herausgefunden werden, welche Komponenten für die Entwicklung von *ElectroBody* benötigt werden. Als Hardware wurden neben einem leistungsstarken Rechner eine Kinect-Kamera, ein Audiointerface, externe Lautsprecher und die entsprechende Verkabelung definiert. Als am besten geeignetes Betriebssystem stellte sich Microsofts Windows 7 heraus, da hierfür mit dem Kinect-SDK eine sehr umfangreiche und ausgereifte Software zur Auswer-

² Vgl. <http://microsoft.com/en-us/kinectforwindows/> <01.10.2014>.

³ Vgl. www.ethnotekh.com/, zur Entwicklungszeit www.kinectar.org <01.10.2014>.

tung der Kinect-Daten zur Verfügung steht.⁴ Für andere Betriebssysteme existieren zwar auch diverse Softwarevarianten wie zum Beispiel OpenNi für Mac OS. Diese bieten meist jedoch einen wesentlich geringeren Funktionsumfang. Zur Softwareerstellung wurde Max/Msp der Firma Cycling 74 – eine visuelle, objektorientierte Programmierumgebung – gewählt. Die hierfür von Dale Phurrough entwickelte Extension dp.kinect⁵ enthält bereits grundlegende Funktionen und stellt die Kommunikation zwischen Max/Msp und der Microsoft „Kinect for Windows“ zur Verfügung. Um den Spaß an *ElectroBody* nicht durch allzu akrobatische Herausforderungen zu gefährden, musste überlegt werden, welche Bewegungsabläufe für die BenutzerInnen möglichst unkompliziert ausführbar sind. Weiterhin musste versucht werden, die Sonifikation der Gestik möglichst natürlich zu gestalten, jedoch einen gewissen Grad der Herausforderung beizubehalten, um das Musizieren nicht zu schnell langweilig werden zu lassen. Letztendlich soll der User animiert werden, sich anhand der von ihm erzeugten Musik weiter zu bewegen.

5 Umsetzung

Mit der Kinect-SDK lassen sich die Daten einer Xbox-360-Kinect-Kamera, die eigentlich aus der Welt der fertig programmierten Konsolen stammt, über USB an einen Personal Computer übertragen. Die 20 Punkte des menschlichen Körpers, welche die SDK tracken kann, sind: Kopf, Mitte der Schultern, Schultern links und rechts, Ellbogen links und rechts, Handgelenke und Hände links und rechts. Weiterhin können Rückgrat-Mittelpunkt, Hüft-Mittelpunkt, Hüfte links und rechts, Knie, Fußgelenk und Füße je links und rechts getrackt werden. Die Extension für Max/Msp von Dale Phurrough⁶ macht es möglich, sämtliche Parameter der SDK über OSC (Open Sound Control) in die Programmierumgebung zu routen. Durch die für *ElectroBody* entwickelte Software werden sämtliche Rohdaten aus den Bewegungen des User separiert, interpretiert und später anhand eines Algorithmus in Continuous-Controller-Daten zum Steuern diverser Funktionen einer DAW sowie verschiedener Synthesizer umgewandelt. Dabei werden in *ElectroBody* sieben der 20 Messpunkte benutzt. Die benutzten Messpunkte sind Hände, Ell-

4 Vgl. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/> <01.10.2014>.

5 Vgl. <https://hidale.com/shop/dp-kinect/> <01.10.2014>.

6 <https://hidale.com/shop/dp-kinect/> <01.10.2014>

bogen, Füße je rechts links und der Kopf. Diese reichen aus, um die Bewegungen, die aktuell zur Musiksteuerung eingesetzt werden, zu erfassen.

Erklingen dann der Bewegung entsprechende Sounds, ergibt sich ein Interaktionskreislauf zwischen vier Elementen. Der grundlegende Funktionszusammenhang der verwendeten Elemente in diesem Kreislauf ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1 Funktionskreislauf von *ElectroBody*

Sobald der Benutzer den gescannten Bereich betritt, erklingt eine Begrüßung in Form einer Computerstimme. Diese soll dem Benutzer Feedback geben, dass er von der Kamera erfasst wurde und *ElectroBody* bereit ist, die ausgeführten Bewegungen zu analysieren. Durch eine im GUI zu sehende Silhouette wird die Sonifikation mittels einer optischen Rückmeldung für den Benutzer ergänzt. Diese Anzeige dient auch als Indikator für den richtigen Abstand der BenutzerInnen zur Kamera. Das beste Performance-Ergebnis wird erzielt, wenn die Silhouette zentriert zwei Drittel des Bildschirms der Grafikoberfläche füllt.

Die erste Kommunikation mit *ElectroBody* funktioniert per Spracheingabe. Um dem System eine beabsichtigte Spracheingabe zu signalisieren, müssen beide Hände über den Kopf gehalten werden. Diese Geste wurde ge-

wählt, da in der Beobachtung der Gesten von Testpersonen das gleichzeitige Heben der Hände eine nur selten gebräuchliche Bewegung war und somit keine Beeinflussung auf das eigentliche „Tanzen“ im *ElectroBody* darstellt. Mit der Spracheingabe besteht die Möglichkeit, zwischen Tongeschlecht und Grundton einer Tonleiter zu wählen. In den vorliegenden Prototypen stehen die Dur- und Moll-Tonalität sowie verschiedene Tonleitern zur Verfügung. Zudem wird der Start des als Metronom fungierenden Drumloops durch die Spracheingabe gesteuert.

Das Anspielen des Grundinstrumentes wird durch das Absenken der rechten Hand unter den Ellenbogen getriggert. Diese Art der Bewegungssteuerung erwies sich nach mehreren Versuchen mit diversen Personen als am sinnvollsten, da sie sich vom Bewegungsablauf her (dem vertikalen Absenken des Unterarms) an Bewegungen beim Spiel mit traditionellen Instrumenten orientiert. Ein Gleiten der Hand entlang der horizontalen Achse bewirkt die Beeinflussung eines Filtercuts und erzeugt somit den sogenannten Wobble Bass, eines der markantesten Stilmittel der Dubstep-Musik. Weiterhin ermöglicht die Tiefenachse der rechten Hand ein Anheben des Hallanteils des momentan erklingenden Instruments.

Die Position der linken Hand legt auf der horizontalen Achse die Tonhöhe der gewählten Skala fest. Ausgehend von der Entfernung zur Körpermitte des Benutzers werden nur Noten angespielt, die in der gewählten Tonart auch ohne Vorzeichen zugehörig sind. Die Software errechnet daraus Midi-Daten, die über einen virtuellen Midi-Kanal an die DAW übertragen werden. Um nicht jeden einzelnen Ton triggern zu müssen, wurde ein automatisierter Anschlag implementiert, der auf einen Tonhöhenwechsel mit einem Portamento reagiert und dann durch ein leichtes Glissando die gewünschte Änderung durchführt.

Diese Art der Gestik wurde gewählt, da es sich hierbei um die elementarsten Aktionen in *ElectroBody* handelt und somit den minimalsten Aufwand in der Ausführung mit sich bringen sollte. Sämtliche weiteren Manipulationsmöglichkeiten hingegen, die das improvisierte Stück interessanter gestalten, sollen den Benutzer leicht fordern. Hierdurch sollen das Bewegungsniveau gesteigert werden und bei den SpielerInnen ein gewisser Grad an Motivation ausgelöst werden, ein besonderes auditives Feedback durch die Handlung erzeugt werden. Jedoch steht der Spaßfaktor bei dem Benutzen des *ElectroBody*s an oberster Stelle, weshalb die Erkennung von Bewegungsstrukturen nicht übertrieben ausladende Bewegungen erfordert und somit die Bandbreite der Möglichkeiten auch für weniger sportliche BenutzerInnen ausführbar ist.

Durch die Bewegung des linken Beines auf der horizontalen Achse werden dem Instrument starke Manipulationen in Form von Scream-Effekten hinzugefügt. Der Schritt in Richtung Kamera hingegen aktiviert einen kräftigeren Leadbass-Sound, der das Basisinstrument, den Wobble Bass, außer Kraft setzt. Ein Schritt mit dem rechten Bein erweitert den Wobble Bass durch einen genretypischen Leadsound, der an einen 8-Bit-Sound, bekannt aus Computerspielen der 90er-Jahre, erinnert. Die Tonhöhe für diese beiden Instrumentenvariationen sowie für den Wobble Bass lassen sich mit der linken Hand beeinflussen.

Der erklingende Track lässt sich insgesamt durch Senken des gesamten Oberkörpers in der Frequenz manipulieren. Zum Beenden der Performance müssen beide Arme verschränkt werden. Wird das Verschränken der Arme durch das System erkannt, werden alle Trigger deaktiviert. Bei den beschriebenen Funktionen handelt es sich um die Basisfunktionen des *ElectroBody* im Prototypen-Status. Viele weitere Funktionen sowie diverse Soundsets, um das Spielerlebnis noch eindrucksvoller zu gestalten, sind bereits in Planung.

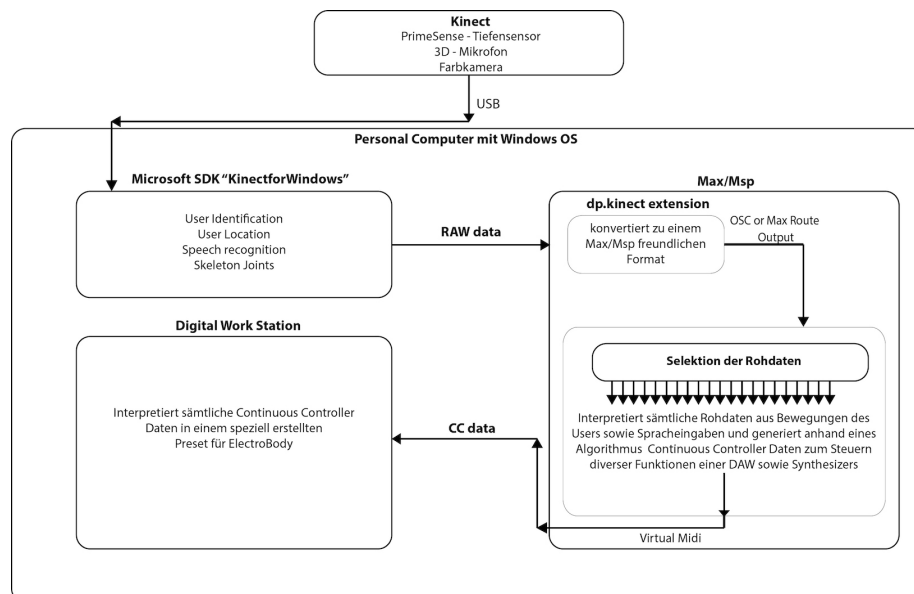


Abb. 2 Schematischer Aufbau von *ElectroBody*

Während der Programmierung und dem Festlegen der Threshold-Werte, die maßgeblich für die Aktivierung der Klänge und Effekte zuständig sind, musste auch die Entscheidung darüber getroffen werden, ob mit absoluten

oder relativen Werten gearbeitet wird. Relative Werte haben hier den Vorteil, dass die Körpergröße der BenutzerInnen keinen Einfluss auf das Klangergebnis hat, da beispielsweise ein Klang durch Austrecken eines Armes aktiviert werden könnte, während bei absoluten Werten allein das Überschreiten einer fest eingestellten Entfernung ausschlaggebend wäre. Abbildung 2 zeigt den schematischen Aufbau und Datenfluss von *ElectroBody*.

6 Ergebnisse

ElectroBody soll, wie bereits oben erwähnt, die UserInnen dazu animieren, sich zu bewegen und dabei Musik zu erzeugen. Die Installation wurde auf Partys eingesetzt, um BesucherInnen diese Art des Musizierens vorzustellen. Das überwiegend junge Publikum war nach Einschätzung der Autoren sehr begeistert von dieser Installation. Ein Indiz für die Begeisterung sehen wir in den langen Spielzeiten der einzelnen Gäste sowie in immer wieder neuem Einreihen in die Warteschlange. Die Kommentare der BenutzerInnen lassen darauf schließen, dass *ElectroBody* animiert, sich zu bewegen und einen großen Spaßfaktor mit sich bringt.

Um die Attraktivität des Produktes unabhängig von äußeren Umständen zu bewerten, wurde *ElectroBody* auch in einem neutralen Raum aufgebaut und in einer wissenschaftlich fundierten Studie getestet. Die Ergebnisse der Evaluation können im nachfolgenden Kapitel betrachtet werden.

7 Evaluation

Die Usability und somit Attraktivität von *ElectroBody* wurde mithilfe des AttrakDiff-Tests⁷ evaluiert. Dies ist ein Verfahren, das durch 28 siebenstufige Test-Items, deren Endpunkte jeweils durch ein Paar gegensätzlicher Adjektive gebildet werden, die pragmatische (das Artefakt stimuliert die BenutzerInnen) und hedonische (BenutzerInnen können sich mit dem Artefakt identifizieren) Qualität sowie die Attraktivität eines interaktiven Produkts messen. Bei der vorliegenden Untersuchung nahmen sechs weibliche Probandinnen und sieben männliche Probanden im Alter von 20 bis 40 Jahren mit unterschiedlichen Hintergründen teil. Die Ergebnisse der Untersuchung sind aus der Sicht der Autoren sehr zufriedenstellend.

7 <http://attrakdiff.de/science.html> <01.10.2014>



Abb. 3 Portfolio mit der durchschnittlichen Ausprägung der Dimensionen PQ und HQ und dem Konfidenz-Rechteck

Wie in Abbildung 4 erkennbar, wirkte *ElectroBody* insgesamt auf die Testpersonen sehr attraktiv (ATT). Es wurde hinsichtlich des Aspekts „Stimulation“ als optimal eingestuft.⁸ Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass *ElectroBody* NutzerInnen die Möglichkeit der Identifikation (HQ-I) und interessante und anregende Funktionalitäten bietet (HQ-S). Die Benutzeroberfläche des Produktes wurde als tendenziell „selbstorientiert“ eingestuft (vgl. Abb. 3). Lediglich die pragmatische Qualität des Produktes (PQ, Benutzbarkeit des Produktes) wurde als noch nicht ganz eindeutig empfunden. An dieser Stelle besteht noch Verbesserungspotenzial, besonders hinsichtlich der Bedienbarkeit.⁹

⁸ Wir schließen aus den Daten der Begriffspaare, dass *ElectroBody* viele Nutzer neugierig macht und motiviert. Die Daten der Begriffspaare können aus Platzgründen hier nicht abgebildet werden.

⁹ AttrakDiff-Untersuchungsbericht zum Produkt *ElectroBody* – Fragestellung: Wie bedienbar und attraktiv wird das Produkt wahrgenommen?

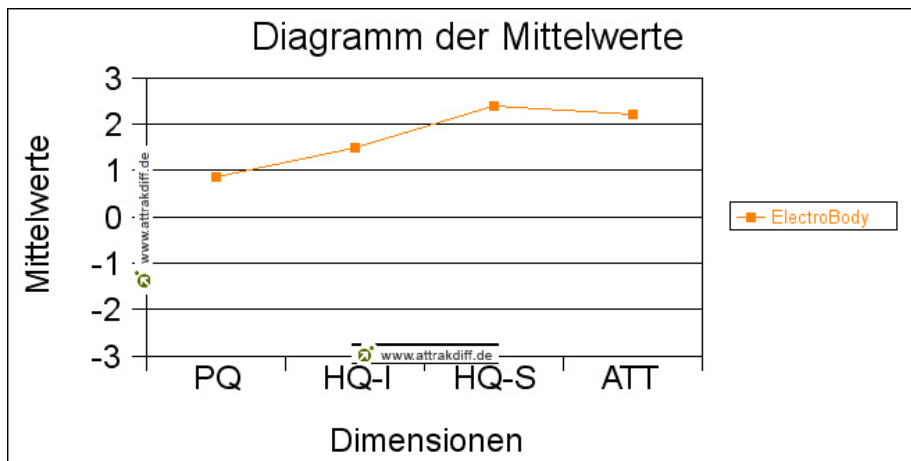


Abb. 4 Mittlere Ausprägung der vier Dimensionen des AttrakDiff™-Tests

8 Diskussion

Bei der Durchführung von offenen User-Tests in verschiedenen Umgebungen wurde die Installation ohne aktive Intervention der Entwickler sehr gut angenommen. *ElectroBody* war ständig in Benutzung und wurde von den BenutzerInnen, die ein Feedback gaben, ausschließlich positiv bewertet. Sicherlich wird nicht jeder Mensch Spaß daran haben, berührungslos mit seinem Körper Klänge und Musik zu erzeugen, und man darf davon ausgehen, dass Dubstep auch nur zu einem bestimmten Personenkreis passt. Bei der richtigen Zielgruppe eingesetzt, zeigt es sich jedoch, dass *ElectroBody* tatsächlich für Bewegung und jede Menge Spaß sorgen kann.

Der große Erfolg von Spielekonsolen, die den Einsatz des Körpers notwendig machen, lässt vermuten, dass die Verbindung von modernster Technik und dem Ansprechen des menschlichen Spieltriebs wichtige Faktoren für ein erfolgreiches Konzept darstellen.

Während des Entwicklungsprozesses kam die Frage der Notwendigkeit einer weiteren Anwendung auf, die ähnliche Ziele verfolgt. Während jedoch viele Menschen die Benutzung herkömmlicher Spielekonsolen ablehnen, kann bei *ElectroBody* auch von einem Musikinstrument gesprochen werden, bei dessen Benutzung Kreativität und künstlerisches Schaffen mit Tanz und körperlicher Betätigung verbunden wird. Gerade diese Kombination wurde von den BenutzerInnen in den offenen User-Tests häufig lobend hervorgehoben.

9 Ausblick

Der derzeitige Prototyp von *ElectroBody* hat noch einige technische Einschränkungen. Durch die Framerate der Microsoft Kinect von 30 Frames pro Sekunde können nur alle 33 ms die Koordinaten der Messpunkte ausgelesen werden. Da diese Koordinatendaten auch noch verarbeitet und gesendet werden müssen, entsteht eine doch relativ spürbare Latenzzeit, an die sich die BenutzerInnen erst einmal gewöhnen müssen. Um das Ganze noch flüssiger zu gestalten, würde das Benutzen von zwei weiteren Kinect-Kameras Abhilfe schaffen. Jedoch würde das – der Erfahrung der Autoren nach – die Rechenkapazität eines üblichen Consumer-Computers übersteigen. Aus diesem Grunde sind für zukünftige Verbesserungen von *ElectroBody* schnelle Rechner mit adäquater Audiohardware notwendig.

Weitere Verbesserungsmöglichkeiten sehen wir in der Verwendung von Alternativen zur Kinect-Kamera, wie zum Beispiel der Asus Wavi Xtion Pro¹⁰. Damit sind bereits 60 fps möglich. Eine weitere Variante sehen wir in der bald erhältlichen Kinect2-Kamera für Windows. Diese Kamera arbeitet neben einer feineren Auflösung ebenfalls mit 60 Bildern pro Sekunde und kann bis zu sechs Personen gleichzeitig scannen. Dadurch entstehen viele neuen Möglichkeiten. Ein Beispiel wäre eine Erweiterung des Systems, die es mehreren Personen erlaubt, gleichzeitig als Performer zu musizieren.

Wünschenswert ist weiterhin, eine Vergrößerung der Anzahl der wählbaren Instrumente vorzunehmen sowie mehr der vorhandenen Messpunkte zu benutzen, um die Klänge mit noch feineren Bewegungen steuern zu können. Wünschenswert ist es weiterhin, eine Erweiterung der musikalischen Stile zu implementieren, in der die berührungslose Darbietung interaktiver Musik dann stattfinden kann. Die Autoren gehen davon aus, dass durch den Einsatz verschiedenster Musikstile noch mehr Menschen dazu animiert werden, sich mehr zu bewegen und Musik zu erschaffen, die ihnen Freude bereitet.

Literatur

Aldoshina, I. & Davidenkova, E. (2010): The History of Electro – Musical Instruments in Russia in the First Half of the Twentieth Century. In: *Proceedings of the Second Vienna Talk*, Sept. 19–21, 2010, University of Music and Performing Arts Vienna. S. 51–54.

10 Vgl. http://event.asus.com/wavi/product/WAVI_Xtion.aspx <01.10.2014>.

- Churnside, A.; Pike, C. & Lenard, M. (2011): Musical Movements – Gesture Based Audio Interfaces, In: *131st Audio Engineering Society Convention 2011* (New York, 20.–23. Okt. 2011). Bd. 1, S. 193–202.
- Geiger, C. & Pogscheba, P. (2011): Alternative Nutzung von Microsofts Kinect-Sensor. In: *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik* (3), 114–117.
- Kirschner, M.; Würflein, M.; Lubczyk, M.; Ferstl, D. & Pöpel, C. (2014): R(ae)umlich – eine begehbare interaktive Wagner-Klanglandschaft. In: Seidl, M.; Schmiedl, G. & Kastel, T. (Hrsg.): *Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas : Beiträge der Tagung 2013 an der Fachhochschule St. Pölten*. Glückstadt: Verlag Werner Hülsbusch, S. 9–19.
- Szajner, B. H. (1982): Contrôle de synthétiseur musicale par laser, Institut Nationale de la Propriété Industrielle, No. de Publication: 2502823, Paris.