

SoundTwist – Ein interaktives Audiospiel

Julia Hall, Florian Beck, Cornelius Pöpel

Hochschule Ansbach, Multimedia und Kommunikation

{julia.hall, florian.beck, cornelius.poepel}@hs-ansbach.de

Zusammenfassung

SoundTwist ist eine um die auditive Ebene erweiterte Version des Mehrpersonenspiels Twister™, bei der zum einen Spielereignisse sonifiziert werden und zum anderen durch Soundloops ganz eigene Kompositionen entstehen. Dadurch soll dem Spieler ein Mehrwert hinsichtlich Bedienbarkeit, Motivation und Attraktivität entstehen. *SoundTwist* besteht aus einer Spielmatte mit eingebetteter Sensorik, die das Spiel über eine Software mit Sounds erweitert. Neben der Entwicklung eines geeigneten Hardware-Interfaces findet auch die Gestaltung der Klänge im Projekt besondere Beachtung. Da das Spielsystem nicht verändert wurde, stellt die Entwicklung eine ideale Basis für einen Vergleich zwischen dem Spiel mit und ohne Sound dar.

1 Einleitung

In den letzten Jahren erfreuen sich Spielekonsolen mit Eingabe-Schnittstellen wie Kinect™ oder Wii™ immer größerer Beliebtheit. Diese speziellen Sensoren ermöglichen dem Spieler, direkt über Körperbewegungen mit dem Spiel in Interaktion zu treten. Dies erweitert die Einbeziehung des Körperlichen in das Spielgeschehen. Anders als beim reinen Steuern von Objekten des Spiels etwa via Computertastatur kann man beim stärkeren körperlichen Einsatz ins Schwitzen kommen, nach längerem Spiel erschöpft sein oder die körperliche Fitness positiv beeinflussen. Das Spielerleben ist dadurch gesteigert, dass ein wesentlicher Faktor des Menschseins – der Körper – stärker mit einbezogen ist. Die Erfahrung zeigt, dass es dabei wichtig ist, dass der Spieler unmittelbare Rückmeldungen auf seine Eingaben bekommt. Die Rückmeldungen liegen meist auf der visuellen, haptischen und/oder auditiven Ebene.

Sollen im wissenschaftlichen Kontext Daten analysiert werden, geschieht dies oft mittels mathematischer Funktionen, deren Ergebnisse visuell dargestellt werden. Jedoch ist die Repräsentation von Datenstrukturen auf der visuellen Ebene nicht notwendigerweise immer die beste Lösung. Neben der Visualisierung kann auch die Sonifikation von Daten einen erheblichen Mehrwert für Erkenntnisse aus der Datenanalyse und -interpretation darstellen. Zeugnis hierfür gibt die schon seit 1992 existierende ICAD-Konferenz (International Community for Auditory Display)¹, die zahlreiche Beispiele der Sonifikation von Daten zeigt.

Werden datenliefernde Ereignisse von Apparaturen oder Vorgängen mit Klängen verknüpft, kann man auch von Sonifizierung sprechen. Im Kontext von Spielen etwa können Spielereignisse mit spezifischen Sounds und Melodien verknüpft und so sonifiziert werden. Dem Spieler werden dann durch Abspielen dieser Sounds auf der auditiven Ebene Informationen weitergegeben. Was Computerspiele betrifft, ist diese Art der Sonifikation selbstverständlich. Es stellt sich die Frage, ob die Sonifikation von traditionellen Spielen, die es schon „ohne Klang“ gibt, einen Mehrwert aufweisen kann. In Anbetracht des kommerziellen Erfolgs der Einbeziehung des Körperlichen in die Welt der Computerspiele darf davon ausgegangen werden, dass es Sinn macht, die Einbeziehung der auditiven Ebene in traditionelle Spiele zu untersuchen.

Die vorliegende Arbeit stellt einen Schritt in diese Richtung dar. Präsentiert wird das Spiel *SoundTwist*, welches das traditionelle Spiel Twister™, das hauptsächlich bewegungsorientiert funktioniert, um die auditive Ebene erweitert. Es wird untersucht, ob dem Spieler dadurch ein Mehrwert im Vergleich zum herkömmlichen Spiel entsteht.

Im zweiten Kapitel werden die Grundideen für das Projekt und die dazugehörige Motivation beschrieben. Das dritte Kapitel bettet die vorliegende Entwicklung in den Kontext vorhandener Arbeiten ein und zeigt in welche Richtung mit dieser Arbeit vorgestoßen wird. Eine eingehende Darstellung, wie, nach welchen funktionalen Prinzipien und mit welchen softwaretechnischen und konstruktiven Mitteln *SoundTwist* erstellt wurde, ist in Kapitel 4 zu finden. Dies schließt die Gestaltung der Klänge mit ein. Im fünften Kapitel werden die Methode zur Evaluation der Entwicklung sowie die Evaluationsergebnisse vorgestellt. Die Ergebnisse geben Grund zur Annahme, dass in

¹ <http://www.icad.org> <2014-09-30>

dieser Entwicklung tatsächlich durch die Einbeziehung der auditiven Ebene ein Mehrwert für das Spiel geschaffen wurde. Die Erfahrungen aus der Entwicklung und Evaluation werden im sechsten Kapitel diskutiert. Daran anschließend wird im siebten Kapitel dargelegt, wie die gewonnenen Erkenntnisse auf anderen Spiele angewendet werden können und welche Verbesserungsideen die Autoren für die Zukunft vorschlagen.

2 Ideen und Ziele

Die Grundidee für das Projekt ist, ein bereits vorhandenes Spiel, welches eine Attraktivität für die Entwickler bietet, zu erweitern und dadurch für den Nutzer einen emotionalen Mehrwert zu schaffen. Neben dieser Idee sollen die Spieler durch Erweiterung um die auditive Ebene weiter motiviert und noch mehr im Spielgeschehen eingehüllt werden. Weiterhin soll auch die Spielmethodik auditiv vermittelt werden, ohne dabei jedoch die ursprüngliche Intention des Spiels zu verändern.

Die Sonifizierung wird in diesem Projekt in einem spielerischen Kontext verwendet. Spiele besitzen ein hohes Maß an Attraktivität und Motivation für die Spieler. Das zeigt die zunehmende Relevanz der Forschungsfelder Gamification (z. B. Gamification Research Network)² und Serious Gaming (z. B. International Conference on Serious Games Development & Applications)³. Diese Attraktivität soll durch Sonifizierung weiter gesteigert werden.

Das Twister™-Spielprinzip⁴ bietet sich für dieses Projekt an, da es hauptsächlich bewegungsorientiert funktioniert und Gleichgewichtssinn sowie Körperkoordination gefragt sind. Die Spieler befinden sich auf einer etwa zwei Quadratmeter großen Kunststoffmatte mit 20 großen Feldern in rot, blau, grün und gelb. Der Spielleiter dreht an einer Drehscheibe, die ein Körperteil (linke/rechte Hand, linker/rechter Fuß) und ein Farbfeld anzeigt. Die übrigen Spieler müssen nun nacheinander (für jeden Spieler wird neu gedreht) das angezeigte Körperteil auf ein Feld der vorgegebenen Farbe setzen. Ziel des Spiels ist es, beim Berühren der Felder möglichst lange nicht umzufallen und so als letzter auf dem Spielfeld stehen zu bleiben. Verliert man das Gleichgewicht und fällt um oder berührt mit einem anderen Körperteil als

2 <http://gamification-research.org> <2014-10-02>

3 <http://ddsgsa.net/sgda/index.html> <2014-10-02>

4 <http://hasbro.de/manuals/14525.pdf> <2014-07-07>

den angezeigten die Spielmatte, scheidet man aus und muss die Matte verlassen.

3 Ähnliche Entwicklungen

Die Entwicklung bei *SoundTwist* fällt in das Forschungsfeld der Research Creation.⁵ Dabei wird über den Prozess des Gestaltens mit Klängen der Frage nachgegangen, wie eine ideale Verbindung von Klang und Bewegung in den vorgegebenen Rahmenbedingungen des Spiels erreicht werden kann. Die Sonifizierung von *SoundTwist* fällt laut Höner (2011) in das Feld „Exercise, Play and Sport“, also im weitesten Sinne körper- und bewegungsorientierte Sonifizierung. In diesem Bereich gibt es einige Forschungsarbeiten (vgl. z. B. Hermann & Zehe 2011), die Sonifizierung von Aerobic-Übungen untersuchen. Hermann, Höner und Ritter (2005) entwickelten *Blindminton*, bei dem Körperbewegungen mit akustischen Rückmeldungen versehen werden.

Generell gibt es schon viele Spiele auf dem Markt die Sonifizierung beinhalten, vor allem auch bei Computerspielen. Außerdem gibt es viele Forschungsarbeiten, die sich mit Spielen beschäftigen, die rein über die auditive Ebene funktionieren, z. B. das 3D-Spiel *Terraformers*⁶, welches auch von Blinden gespielt werden kann.

Wenige Arbeiten hingegen beschäftigen sich mit der Sonifizierung bereits vorhandener Spiele. Ein Beispiel für solch eine Arbeit wäre das Projekt „Supplemental Sonification of a Bingo Game“ von Ramos und Folmer (2011). Hier wird das bekannte Glücksspiel Bingo, bei dem man durch Markieren von nacheinander gezogenen Zufallszahlen auf vorgegebenen Zahlenmatrizen bestimmte Reihen und Muster bilden muss, mit Klängen erweitert. Ziel ist es, Fehler beim Spielen zu vermeiden, indem sonifiziert wird, wenn sich ein Muster bildet.

Von TwisterTM gibt es bereits einige interaktive Abwandlungen. Hier ist das Spiel *Twister Mania*⁷ zu nennen, welches mittels Bewegungserkennung über eine KinectTM-Kamera funktioniert. Hier wurde allerdings das Spielprinzip von TwisterTM abgewandelt. Es gibt keine farbigen Felder mehr, die

5 <https://sites.google.com/a/ualberta.ca/rcwg/> <2014-07-07>

6 <http://terraformers.nu> <2014-09-29>

7 <http://twistermania.com> <2014-09-29>

man berühren muss. Die Spieler müssen hingegen mit ihren Körpern vorgegebene Formen darstellen.

4 Implementation

Die Entwicklung des Systems erfordert die Arbeit in drei Gebieten: Hardware, Software und Sounddesign. Neben den verwendeten Komponenten und dem Funktionsprinzip werden die Entwicklungen auf diesen drei Gebieten im Folgenden genauer beschrieben.

4.1 Verwendete Komponenten

SoundTwist verwendet ein Arduino-Uno-Board⁸ mit zwölf angeschlossenen druckempfindlichen Sensoren. Diese Sensoren sind auf einer Spielmatte (vgl. Abschn. 4.3) angeordnet. Die Sensorwerte werden über einen in der Arduino-IDE⁹ entwickelten Code ausgelesen. Gesteuert wird das System über eine in Max 6.1¹⁰ programmierte Software. Das System benötigt daher einen Rechner mit der Max-Runtime, einem Audioausgang (für externe Lautsprecher) oder internen Lautsprechern und einem USB-Anschluss für das Arduino-Board. Die verwendeten Klänge wurden mit LogicPro angefertigt.

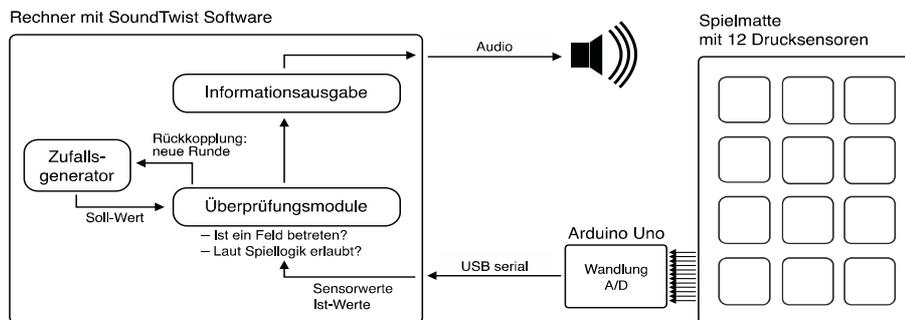


Abb. 1 Schematische Darstellung von Hard- und Software

8 <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> <2014-09-23>

9 <http://arduino.cc/en/Main/Software> <2014-09-23>

10 <http://cycling74.com/products/max/> <2014-09-23>

4.2 Funktionsprinzip

Das Spiel startet, sobald ein beliebiges Feld auf der Matte berührt wird. Ein Zufallsgenerator startet und gibt dem Spieler über Sprachausgabe (und zusätzlich als Grafik am Computer-Bildschirm) vor, welches Feld er mit welchem Körperteil berühren muss. Der Spieler bekommt unmittelbar eine akustische Rückmeldung, ob das berührte Feld das richtige war. Bei richtig berührten Feldern wird ein Soundloop gestartet, der solange erklingt, bis das aktivierte Feld wieder verlassen wird. Dadurch beinhaltet *SoundTwist* auch eine on-the-fly kompositorische Komponente, da der Spieler durch die Auswahl der Felder das klangliche Geschehen beeinflussen kann. Der Zufallsgenerator ist rückgekoppelt, er startet also automatisch eine neue Runde (neue Farbe und neues Körperteil), sobald ein Feld richtig berührt wurde.



Abb. 2 Die *SoundTwist*-Matte mit zwei Spielerinnen in Aktion

4.3 Hardware-Entwicklung

Für das Projekt wurde eine $1,70 \times 1,10$ Meter große Spielmatte entwickelt, in die zwölf druckempfindliche, farbige Flächen eingearbeitet sind. Um den finanziellen Rahmen nicht zu sprengen, mussten Drucksensoren mit einer druckempfindlichen Fläche von ca. 1 cm Durchmesser via Mechanik auf eine spielbare Fläche von etwa 15 cm Durchmesser ansprechen. Gelöst wurde diese Aufgabe durch die Verwendung von 18 cm großen Alu-Platten, die

eine Kraftablenkung auf die Drucksensoren durch unterhalb angebrachte Möbel-Filze ermöglichen. Die Platten befinden sich zwischen zwei 1,5 mm dicken Kunststofffolien (Teichfolie), die für die nötige Stabilität sorgen.

Da die Eingänge des Arduino-Boards nur Potenzialunterschiede messen, wurden die Sensoren (sie verändern den elektrischen Widerstand entsprechend dem einwirkenden physikalischen Druck) über Spannungsteiler an die digitalen GPIO-Pins angeschlossen. Diese bilden durch Reihenschaltung von Widerständen Teilspannungen, die sich proportional zur Größe der Widerstände verhalten und vom Arduino gemessen werden können. Der mindestens benötigte Druck zum Auslösen der Sensoren wird über die Größe der verwendeten Widerstände im Spannungsteiler festgelegt. Das ist nötig, damit das Eigengewicht der Konstruktion die Sensoren nicht auslöst.

Das Arduino-Board stellt eine serielle Verbindung mit dem Rechner her, liest die Sensorwerte aus und schickt bei Zustandsänderung (d.h. Überschreitung des Mindestdrucks an einem Sensor durch Berührung eines Feldes) eine Meldung.

4.4 *Software-Entwicklung*

Die Software wurde der Übersicht halber in Einzelmodulen entwickelt und teilt sich in die Bereiche Sensorwertermittlung, Spiellogik (Zufallsgenerator/Überprüfung) und Informationsausgabe (GUI/Audioausgabe) auf. Das Software-Modul zur Sensorwertermittlung stellt die Verbindung zu den Sensoren via Arduino-Board her und ordnet den eingehenden Datenstrom. Jedem Feld auf der Spielmatte wird genau eine Sensorvariable (mit den zugehörigen Sensorwerten) zugeordnet.

Ein zentraler Bestandteil der Spiellogik ist der Zufallsgenerator, der das nächste Körperteil und die Farbe des zu berührende Feldes vorgibt. Er entscheidet zufällig, berücksichtigt aber, wenn alle Felder einer Farbe bereits belegt sind. Für jedes einzelne Feld auf dem Spielplan gibt es nun ein Überprüfungsmodul. Dieses Modul überprüft

- a) Ist das Feld berührt oder unberührt?
- b) Darf dieses Feld laut Spiellogik (Vorgabe vom Zufallsgenerator) berührt werden?

Das Überprüfungsmodul regelt außerdem, dass die Soundloops beim Verlassen eines Feldes wieder gestoppt werden. Um kurzzeitige Sensorschwankungen (z.B. bei Gewichtsverlagerung auf der Spielmatte) auszugleichen, ist eine Verzögerung beim Abschalten eingebaut. Erst wenn ein Feld mehr als

eine Sekunde lang unberührt ist, wird der Soundloop angehalten. Die Informationen werden über das Informationsausgabe-Modul ausgegeben. Die Ausgabe erfolgt auditiv und ergänzend visuell über die GUI.

4.5 *Sounddesign*

Es sind zum einen die Sounds für die Rückmeldung beim Berühren der Felder, zum anderen die Musik-Loops nötig. Die Anweisungen für die nächsten Körperteile/Felder werden über Sprachausgabe ausgegeben. Alle Sounds sind so konzipiert, dass eine qualitative Abhöranlage zwar empfohlen wird, das Abspielen auf kleinen Mono-Laptop-Lautsprechern aber ebenso möglich ist.

Eine aufsteigende Tonfolge mit einem E-Piano ähnlichem Klang (geringe Schwankungsstärke, kaum Rauigkeit, relativ großes Volumen, positiv scharf und hohen Frequenzanteilen dient als Rahmen für den positiven Sound (richtiges Feld erwischt). Ein tieffrequenter Synthesizer-Ton (kurz, geringe Schwankungsstärke, stumpf, geringes Volumen) repräsentiert das negative Ereignis. Zur Konzeption der Sounds wurden vorhandene Sonifizierungen analysiert und mit verschiedenen Klangfolgen und Sounds ausprobiert.

Die Musik-Loops sind so konzipiert, dass sie beliebig kombiniert und geloopt werden können. Dies wird durch eine vordefinierte Länge (8 Takte bei 120 bpm), Synchronisation beim Abspielen und Beschränkung auf ein Instrument pro Loop, einheitliche Tonart und Taktart, klangfarbliche und klangcharakterliche Passung erreicht. Zur Verwendung kommen Percussion, Bass, Orgel, Streicher, Gitarre, Synthesizer und Mundharmonika. Musikalisch sind die Loops dem Genre Funk zuzuordnen.

Die Vorgaben des Zufallsgenerators werden durch Sprachausgabe (z. B. „Rechte Hand auf Blau“) mitgeteilt. Dies soll dem Spieler ein Loslösen von der grafischen Oberfläche ermöglichen. Dadurch ist das Spiel komplett ohne Computermonitor spielbar.

5 **Evaluation**

Der eingangs erwähnten Fragestellung, ob ein sonifiziertes Spiel einem herkömmlichen Spiel gegenüber einen Mehrwert bietet, wurde mithilfe einer User-Studie nachgegangen.

5.1 Untersuchungsmethode

Hierfür wurde der AttrakDiff¹¹-Test verwendet. Bei diesem Test werden die Attraktivität und Bedienbarkeit interaktiver Produkte untersucht. Die Probanden bewerten mit gegensätzlichen Adjektivpaaren, wie sie das herkömmliche Twister™-Spiel im Vergleich zu *SoundTwist* wahrnehmen. Dabei werden vier Dimensionen untersucht:

- Die pragmatische Qualität (PQ) beschreibt die Benutzbarkeit der Produkte und ob die Ziele des Nutzers erreicht werden können.
- Die hedonische Qualität – Stimulation (HQ-S) bildet ab, inwieweit die Nutzer bei ihrem Bedürfnis, sich weiterzuentwickeln, z. B. durch anregende Funktionalitäten unterstützt werden.
- Die hedonische Qualität – Identität (HQ-I) beschreibt, ob sich die Nutzer mit den Produkten identifizieren können.
- Die Attraktivität (ATT) beschreibt die globale Bewertung des Produkts.

Neun Studenten (fünf weiblich, vier männlich) im Alter zwischen 20 und 45 Jahren nahmen an der Untersuchung teil. Sie bewerteten zuerst das herkömmliche Twister™-Spiel. Anschließend testeten und bewerteten sie *SoundTwist*.

5.2 Ergebnisse

Wie man in der Portfolioanalyse in Abbildung 3 erkennt, liegen beide Produkte im überdurchschnittlichen Bereich. Vertikal ist die hedonische Qualität aufgetragen (unten = geringe Ausprägung). Horizontal ist die Ausprägung der pragmatischen Qualität zu sehen (links = geringe Ausprägung). Sowohl die pragmatische Qualität also auch die hedonische Qualität von *SoundTwist* ist höher. Der Nutzer kann sich also mit *SoundTwist* besser identifizieren und wird stärker stimuliert und motiviert. Die Konfidenzrechtecke beider Produkte sind relativ klein, d.h. die Nutzer sind sich einig, was ihre Beurteilung der Produkte angeht.

¹¹ <http://attrakdiff.de/> <2014-09-23>



Abb. 3 Portfolio mit den Konfidenz-Rechtecken der Produkte Twister™ (A) und SoundTwist (B)

In Abbildung 4 wird zusätzlich auch die Attraktivität dargestellt und die hedonische Qualität nach Stimulation und Identität differenziert. Man erkennt, dass es mit SoundTwist in jeder der vier Dimensionen eine Verbesserung gibt.

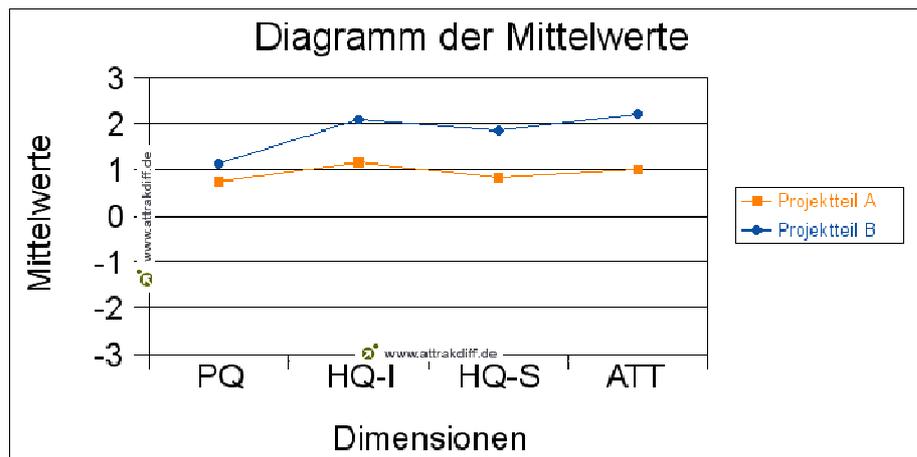


Abb. 4 Mittlere Ausprägungen der vier Dimensionen für Twister™ (A) und SoundTwist (B)

5.3 Weitere Erfahrungen

Im persönlichen Gespräch mit den Entwicklern empfanden zudem fünf der Probanden die Audioausgabe und die Sonifizierung hilfreich, da sie sich so beim Spielen komplett auf das Spielgeschehen konzentrieren können und kein Spielleiter benötigt wird. Außerdem gaben drei Personen an, das Spielsystem durch die Sonifizierung leichter verstanden zu haben. Alle Probanden gaben an, dass der Spaßfaktor beim Spielen durch die Soundloops erhöht wird.

Den Autoren fiel auf, dass die Spieler anfangs oft überrascht wirkten, wenn die Soundloops das erste Mal starten. Im Verlauf des Spiels schien das aber auch Anreiz zu sein, neue Felder auszuprobieren und weitere Runden zu spielen. Insgesamt beschäftigten sich die Testpersonen in der Wahrnehmung der Autoren intensiver und länger mit *SoundTwist* als mit Twister™.

6 Diskussion

Diese Arbeit zeigt, dass es möglich ist, auch ein vorhandenes Spiel durch Sonifizierung zu erweitern, ohne dabei die Spiellogik zu ändern. Ausgehend von dem in Kapitel 2 zugrunde gelegten Ideen und Zielen, kann man die Frage stellen, ob die Erweiterung um die auditive Ebene tatsächlich einen emotionalen Mehrwert für die Spieler schafft.

Durch die Userstudie wird deutlich, dass sich die Verbesserung des Produktes vor allem in drei Bereichen stark ausprägt (vgl. Abb. 4). Die Identität (HQ-I), die Stimulation (HQ-S) und die Attraktivität (ATT) haben sich deutlich verbessert. *SoundTwist* bietet dem Nutzer also verstärkt die Möglichkeit der Identifikation, stimuliert den Nutzer durch interessante und neuartige Funktionalitäten und steigert so die wahrgenommene Attraktivität. Die pragmatische Qualität (PQ) hat sich hingegen nur sehr geringfügig geändert. Die Bedienbarkeit hat sich laut Userstudie also kaum verbessert. Das steht den Aussagen der Probanden im persönlichen Gespräch konträr gegenüber. Fünf Befragte gaben an, die Sonifizierung wäre sehr hilfreich beim Spielen. Hinsichtlich der Bedienung hätten die Autoren mit einer deutlicher zu erkennenden Verbesserung gerechnet.

Die oben erwähnte Annahme wird also durch die Userstudie bestätigt, *SoundTwist* bietet einen emotionalen Mehrwert gegenüber dem herkömmlichen Twister™-Spiel.

7 Ausblick

Die Auswahlmöglichkeit bei den Feldern ist durch die Vorgabe des Zufalls-generators vorgegeben und die Loops sind fest den Feldern zugeordnet. In Zukunft könnte man hier mehr Kombinationen der Felder zulassen und so die kompositorische Komponente erweitern. Die Spieler könnten durch geschickte Kombination der Felder ganz eigene Arrangements schaffen. In dieser Version des Spiels wird aber bewusst darauf verzichtet, da das Spiel-system nicht aufgebrochen werden soll. Außerdem ist denkbar, das Spiel neben den aktuellen Loops aus dem Funk-Genre mit weiteren Loops anderer Musikrichtungen zu ergänzen. Bezüglich der Hardware wäre es wünschenswert, größere Sensoren zu testen und damit das mechanische Workaround mit den Alu-Platten abzulösen. Dadurch kann eventuell die Berührungserkennung bei ungünstiger Gewichtsverteilung noch weiter verbessert werden.

Wir sind der Meinung, dass die Sonifizierung bestehender Systeme nicht nur bei Spielen Sinn macht. So könnte man in weiteren Forschungsarbeiten – ähnlich wie in den in Kapitel 2 erwähnten Forschungsrichtungen Gamification und Serious Gaming – auch Systeme aus nicht spielerischen Bereichen sonifizieren und untersuchen, ob auch dort eine Verbesserung stattfindet.

Literatur

- Hermann, T.; Höner O. & Ritter H. (2005): AcouMotion – an interactive sonification system for acoustic motion control. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*. Heidelberg/Berlin: Springer, S. 312–323.
- Hermann, T. & Zehe, S. (2011): Sonified Aerobics – Interactive Sonification of Coordinated Body Movements. In: *Proceedings of the 17th International Conference on Auditory Display*, Budapest.
- Höner, O. (2011): Aiding Movement with Sonification in “Exercise, Play and Sport”. In: Herrmann, T.; Hunt, A. & Neuhoff, J. (Hrsg.): *The Sonification Handbook*. Berlin: Logos, S. 525–553.
- Ramos, D. & Folmer, E. (2011): Supplemental sonification of a bingo game. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*. New York, S. 168–173.