



# Prototypische Entwicklung eines Tangible Musical Interfaces für Kinder im Vorschulalter

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

**Diplom-Ingenieur**

im Rahmen des Studiums

**Software Engineering/Internet Computing**

eingereicht von

**Manfred Sturmlechner**

Matrikelnummer 9925726

ausgeführt am

Institut für Rechnergestützte Automation

Forschungsgruppe Industrial Software

der Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

**Betreuung:**

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Grechenig

Mitwirkung: Dipl.-Ing. Martin Tomitsch

Wien, 29.09.2008

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Verfasser/in)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Betreuer/in)

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Wien, am 29.09.2008

-----

Manfred Sturmlechner

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Dieser Dank gilt vor allem meiner Frau Eva und meinen beiden Kindern Elena und Liam, welche mir immer wieder Motivation zusprachen und die benötigte Zeit gegeben haben, um einen erfolgreichen Abschluss erlangen zu können.

Weiters bedanke ich mich bei DI Dr. Thomas Grechenig und DI Martin Tomitsch, welche mir dieses interessante Thema bereitstellten und mich fachlich äußerst kompetent aber auch persönlich enorm unterstützten.

Zum Schluss möchte ich noch allen danken, mit denen ich während meiner akademischen Laufbahn zu tun hatte, und diesen Lebensabschnitt für mich unvergesslich machen.

## **Kurzfassung**

Musik ist nicht nur ein Unterhaltungsmedium, sondern stellt auch in der Kindesentwicklung eine sehr wichtige Komponente dar, da frühes Musizieren die kognitive Entwicklung auf überdurchschnittliche Weise positiv beeinflusst. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit innovativen Interfaces für Musik, welche aus dem Forschungsbereich Tangible Computing stammen. Tangible User Interfaces (TUIs) dienen als Schnittstelle zwischen Anwender und digitalen Prozessabläufen. Eine Vielzahl an Applikationen im Bereich der digitalen Musikerzeugung bedient sich dieser Technologie. Eine fokussierte Recherche über TUI-Anwendungen von innovativen Interfaces für Musik soll ein grundlegendes Wissen schaffen. Dieses wird in weiterer Folge analysiert und im Bezug zur Wiederverwendung einzelner Module bewertet. Zusätzlich dienen pädagogische Grundlagen über die Bedeutung von Musik in der Kindesentwicklung, sowie allgemeine musikalische Wirkungsweisen zum besseren Verständnis der Thematik. Den Kernpunkt dieser Arbeit bildet die Entwicklung eines Prototyps, mit welchem Kinder im Vorschulalter unter Anwendung von TUIs digitale Musiksequenzen abspielen und speichern können. Ziel war es, ein innovatives Interface für Musik zu entwickeln, welches einige Funktionen bereits vorhandener Prototypen vereint. Eine abschließende Evaluierung gibt Aufschluss über etwaige Verbesserungen, wobei die angewandte Art von Technologie durchaus vom Teilnehmerkreis akzeptiert wurde, jedoch die Methoden teilweise als zu komplex erschienen. Weitere gesammelte Ergebnisse und auch Eindrücke sollen als Basis für Folgeprojekte dienen.

## **Abstract**

Music is not only a medium of entertainment but it also poses an important constituent in the development of a child since playing a musical instrument at an early age has a superior positive impact on cognitive development. This work dedicates itself to innovative Interfaces for music which belong to the research area of Tangible Computing. Tangible User Interfaces (TUIs) are used as a link between user and digital process sequences. A variety of applications in the area of digital music production makes use of this technology. A focussed research of TUI-applications of innovative linkages for music should provide basic know-how. This will then be analysed and assessed with regard to re-application of individual modules. Additionally, pedagogic foundations of the meaning of music in child development as well as general ways of musical effectiveness will lead to a better understanding of this subject matter. The main focus of this work is on the construction of a prototype with which children at pre-school age using TUIs are able to play and record digital musical sequences. The goal was to develop an innovative Interface for music which combines some elements of already existing prototypes. A final evaluation provides insight into potential improvements; while the applied type of technology was well accepted by the circle of participants, the methods were partly received as too complex. Further results gathered as well as impressions ought to aid as a basis for follow-up projects.

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Problemstellung .....	1
1.2	Motivation und Zielsetzung .....	2
1.3	Aufbau der Arbeit .....	3
2	Pädagogische Bedeutung von Musik in der Kindesentwicklung.....	5
2.1	Musik und ihre Wirkungsweisen .....	6
2.2	Die Entwicklung musikalischer Wahrnehmung von Kindern .....	7
2.3	Einfluss von digitaler Musik auf Kinder im Vorschulalter.....	8
3	Tangible Computing im Musikbereich .....	11
3.1	Geschichte der User Interfaces .....	11
3.2	Tangible User Interfaces .....	12
3.3	Frühe TUI-Anwendungen.....	14
3.3.1	Marble Answering Machine .....	14
3.3.2	MetaDESK.....	15
3.3.3	PingPongPlus .....	18
3.4	Anwendungsgebiete im Musikbereich.....	20
3.4.1	Audiopad.....	22
3.4.2	MusicCube .....	24
3.4.3	Block Jam .....	25
3.4.4	Small Fish .....	27
3.4.5	Audio d-Touch.....	28
3.4.6	His Master's Voice .....	29
3.5	Zusammenfassung und Zukunftsperspektiven.....	30
4	Tangible Computing für Kinder .....	31
4.1	Umgang von Kindern mit TUIs .....	31
4.2	Allgemeine Anwendungsgebiete .....	32
4.2.1	I/O Brush.....	32
4.2.2	Electronic Blocks .....	33
4.2.3	Learning Cube.....	36
4.2.4	Quetzal .....	38
4.3	Anwendungen im Musikbereich.....	39
4.3.1	StoryMat .....	40
4.3.2	Animal Blocks .....	41
4.3.3	SoundBlocks .....	42
4.3.4	Marble Track Sequencers .....	43
4.3.5	BodyBeats .....	45

---

4.3.6	Tangible Notes .....	48
4.3.7	BachBlocks .....	49
4.3.8	Soundgarten .....	50
4.3.9	Froggies .....	51
4.3.10	Clownsparcles .....	52
4.4	Kommerzielle Produkte .....	53
4.4.1	Zoundz .....	53
4.4.2	Yamaha music table.....	54
4.4.3	Fisher Price play zone music table .....	54
4.5	Zusammenfassung .....	55
5	Designmethoden für Applikationen für Kinder .....	57
5.1	Unterschiede zu traditionellen Designmethoden .....	57
5.2	Cooperative Inquiry als spezielle Methode .....	58
5.2.1	Grundlegende Aspekte.....	58
5.2.2	Angewandte Methodologie.....	59
5.2.3	Praxisbeispiele .....	62
5.3	Design-Prozess.....	64
5.4	Design Guidelines.....	65
6	Design-Prozess des Prototyps .....	69
6.1	Ziele .....	69
6.2	Testplan.....	70
6.2.1	Ausgangssituation.....	70
6.2.2	Guidelines zur Testdurchführung .....	71
6.2.3	Ablaufszzenarien des Tests .....	72
6.2.4	Fragen .....	74
6.3	Testdurchführung.....	74
6.3.1	Testpersonen .....	74
6.3.2	Testort .....	75
6.3.3	Testablauf.....	75
6.4	Auswertung und Analyse der Ergebnisse .....	77
6.5	Diskussion.....	79
6.5.1	Verbesserungsvorschläge.....	79
6.5.2	Methode .....	80
7	Das Prototypen Interface .....	81
7.1	Allgemeines .....	81
7.2	Konkrete Konzeptbeschreibung zur Erstellung des Prototyps .....	83
7.2.1	4T Framework.....	83
7.2.2	Prototypen - Konzeptbeschreibung.....	86
7.3	Implementierungsschritte.....	88
7.4	Informelle Evaluierung des Prototyps .....	91

---

7.5 Weitere Ausbaustufen des Prototyps und Verbesserungsvorschläge für Folgeprojekte .....	94
8 Zusammenfassung .....	96
Literaturverzeichnis .....	99
Abbildungen Quellenverzeichnis.....	103
Anhang.....	i



---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der junge Mozart mit Vater & Schwester .....	6
Abbildung 2: Music Table .....	9
Abbildung 3: DOS Eingabeaufforderung .....	11
Abbildung 4: Xerox Star .....	12
Abbildung 5: Vom GUI zum TUI.....	13
Abbildung 6: Marble Answering Machine .....	15
Abbildung 7: MetaDESK Design Konzept.....	16
Abbildung 8: Instanzierung von GUI Elementen in TUI .....	17
Abbildung 9: Tangible GeoSpace.....	17
Abbildung 10: Phicon Great Dome .....	18
Abbildung 11: activeLENS.....	18
Abbildung 12: Positionen der Mikrofone .....	18
Abbildung 13: PingPongPlus Systemarchitektur.....	19
Abbildung 14: Modus „Water ripple“ .....	20
Abbildung 15: Audiopad System.....	23
Abbildung 16: MusicCube.....	24
Abbildung 17: Two-handed Interaktion .....	24
Abbildung 18: MusicCube Interaktionsmöglichkeiten.....	25
Abbildung 19: Block Jam – Eine Anordnung.....	25
Abbildung 20: Block Jam Element.....	25
Abbildung 21: Block Jam Element – Aufbau .....	26
Abbildung 22: Block Jam – Button drücken .....	26
Abbildung 23: Small Fish .....	28
Abbildung 24: Audio d-Touch.....	28
Abbildung 25: 3 unterschiedliche Anwendungen.....	29
Abbildung 26: Kugelroboter .....	30
Abbildung 27: I/O Brush .....	32
Abbildung 28: I/O Brush Pinsel.....	33
Abbildung 29: Electronic Blocks.....	34
Abbildung 30: Aktivierung eines "Licht-Blocks".....	35
Abbildung 31: Zusammengesetzte Electronic Blocks .....	36
Abbildung 32: Learning Cube - interner Aufbau.....	37
Abbildung 33: Learning Cube – Interaktionen .....	37
Abbildung 34: Bausteine von Quetzal .....	38
Abbildung 35: Ein "Merge Statement" erzeugt einen Loop im Programm.....	39
Abbildung 36: StoryMat .....	41
Abbildung 37: Animal Blocks .....	42
Abbildung 38: SoundBlock Modul.....	42

---

Abbildung 39: SoundBlock Baum .....	42
Abbildung 40: SoundBlocks Gruppenarbeiten .....	43
Abbildung 41: Musical Tower .....	44
Abbildung 42: Erstes Marble Track Design .....	44
Abbildung 43: Zweiter Prototyp .....	45
Abbildung 44: Dezentrales Modul und Farbcode Scheibe .....	45
Abbildung 45: Gegenüberstellung: musikalische Grundkenntnisse und körperliche Aktivitäten .....	46
Abbildung 46: TrampleBeats .....	47
Abbildung 47: MixMatrix .....	47
Abbildung 48: Ringalings .....	48
Abbildung 49: Tangible Notes .....	49
Abbildung 50: Bach Blocks System .....	49
Abbildung 51: Bach Blocks Abspielmöglichkeiten .....	50
Abbildung 52: Soundgarten Interface .....	51
Abbildung 53: Froggies Tisch .....	52
Abbildung 54: Symbolische Marker und virtuelle Tiere .....	52
Abbildung 55: Kleid mit angebrachten Sensoren .....	53
Abbildung 56: Zoundz Umgebung .....	53
Abbildung 57: Yamaha music table .....	54
Abbildung 58: play zone music table .....	55
Abbildung 59: Contextual inquiry Notizen eines Kindes .....	60
Abbildung 60: "Auge" in KidPad .....	63
Abbildung 61: PETS Tier .....	64
Abbildung 62: Rollen von Kindern im Design-Prozess .....	64
Abbildung 63: 4T Steuerelemente .....	71
Abbildung 64: Aktives Testen des Prototyps .....	76
Abbildung 65: Befragung .....	76
Abbildung 66: Verteilung der Teilnehmerurkunden .....	77
Abbildung 67: MusicPets .....	81
Abbildung 68: Phidgets Kit .....	82
Abbildung 69: 4T Anwendung .....	83
Abbildung 70: reacTIVision Toolkit .....	84
Abbildung 71: 4T Framework .....	85
Abbildung 72: 4T Simulator .....	85
Abbildung 73: Struktur der Java-Pakete .....	89
Abbildung 74: 4T Simulator .....	91
Abbildung 75: 4T Music - visuelles Feedback .....	91
Abbildung 76: Testdurchlauf .....	92

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Contextual inquiry Diagramm von einem Erwachsenen.....	61
Tabelle 2: Daten der Testpersonen .....	75
Tabelle 3: Testauswertungen .....	79
Tabelle 4: Eine Anwendungsfallbeschreibung .....	89
Tabelle 5: Java-Paketbeschreibungen .....	90
Tabelle 6: Angaben zur Testperson .....	92
Tabelle 7: Interviewleitfaden zur informellen Evaluierung.....	94

## Abkürzungsverzeichnis

4T	Tangible Table ToolkiT
API	Application Programming Interface
CI	Cooperative Inquiry
CLI	Command Line Interface
CRT	Cathode Ray Tube
GUI	Graphical User Interface
HCI	Human Computer Interaction
ID	Identifizierungszeichen
I/O	Input/Output
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode
MAC	Media Access Control Adresse
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PC	Personal Computer
RGB	Rot-Grün-Blau Farbraum
RF Tags	Radio-Frequency Tags
TUI	Tangible User Interface
WIMP	Windows Icons Menu Pointer
WWW	World Wide Web

# 1 Einleitung

Der Inhalt dieser wissenschaftlichen Arbeit ist dem Forschungsbereich „Tangible Computing“ zugeteilt und umfasst die Erstellung eines Prototyps zum Aufnehmen und Abspielen von Musik. Zielgruppe zur Anwendung dieses physikalischen Objekts sind Kinder im Vorschulalter. Anhand dieses Prototyps soll Kindern die Möglichkeit gegeben werden, ihre eigenen musikalischen Werke (Kombinationen von Tönen bzw. Klängen) selbst komponieren zu können. Die Evaluierung erfolgt in Kleingruppen und soll Aufschluss über Verhaltensmuster der Kinder geben.

## 1.1 Problemstellung

Durch Tangible Computing können heutzutage viele Anwendungen und Vorgangsweisen auf physikalische Objekte abgebildet werden. Diese erleichtern dem Menschen das Verständnis für einzelne Abhandlungsschritte enorm und ermöglichen so ein effizienteres Vorgehen. Auf wissenschaftlicher Ebene existieren schon sehr viele erprobte Tangible User Interfaces (TUI) (genaue Erklärung erfolgt in Kapitel 3.1) in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen. Ein Durchbruch bei allgemeinen Anwendungen ist auf diesem Gebiet bis dato jedoch noch nicht gelungen. Grund ist hier in erster Linie die mangelnde Akzeptanz des Anwenders, der sich an eine neue Technologie gewöhnen müßte.

Kinder haben schon im Vorschulalter ein sehr hohes Potential an Aufnahme- und Lernfähigkeit. Erwachsene sind aufgrund fehlender Zeitreserven nicht bereit, spielerisch den Umgang mit neuen Technologien zu erproben, wenn für sie nicht sofort ein unmittelbarer Nutzen dadurch entsteht. Im Gegensatz dazu ist die Neugier und mit zunehmenden Alter steigende Konzentrationsfähigkeit von Kindern eine optimale Basis für Evaluierungen prototypischer Objekte. Diese positiven Eigenschaften ermöglichen es ihnen auch auf unbekanntem Gebieten beeindruckende Leistungen zu erzielen, da sich ihre Lernkurve sehr steil verhält. Dieses Verhalten ist jedoch nur schwer messbar, daher

können innovative TUI-Schnittstellen auf Grund ihrer vielfältigen Gestaltung detailliertere Einblicke auf diesem Gebiet zwischen Kindern und deren Umgebung geben. Viele Interaktionen von physikalischen Objekten und Anwendern wiederholen sich und geben so Aufschluss über allgemeine Lerneffekte. Weiters können genaue Analysen individueller Vorgänge für Erwachsene in einer verständlicheren Form dargestellt werden. Eine Applikation zur Audio Datenaufnahme unter der Verwendung von TUIs hat vor allem im Anwenderkreis Kinder wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Ton/Musik- Aufzeichnungsgeräten. Physische Tokens sind ihnen vertrauter in der Anwendung, da diese auf Grund ihrer inneren Erkundungsneugierde „greifbare“ Objekte leichter zuordnen können. Somit lässt sich auch eine bessere Assoziation von Musik und deren Aufnahme- beziehungsweise Abspielmöglichkeiten herstellen. Dieser Vorteil soll den Kindern Motivation zur ideenreichen Anwendung des innovativen Prototyps geben.

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit wird ein Prototyp erstellt. Dieser soll eine innovative Schnittstelle zwischen Kindern im Alter von vier bis sieben Jahren und einer modernen Technologie, in diesem Fall TUI, darstellen. Die Anwender dürfen nicht überfordert werden, daher ist sowohl die optische als auch die funktionelle Gestaltung dem Reifegrad im Vorschulalter anzupassen. Der Prototyp muss das Aufnehmen von Tönen und Klängen sowie von Sprache ermöglichen. Eine weitere Funktion bildet das Abspielen dieser aufgenommenen Musiksequenzen, vorhandener Sound- oder Sprachdaten. Diese Funktionalität bietet dem Benutzer eine reflexive Analyse der aufgezeichneten Daten und kann somit die Zufriedenheit mit der Aufnahme verdeutlichen oder auch nicht. Der Praxisteil, also die direkte Anwendung, soll Aussagen über Verhaltensmuster der Kinder bei der Verwendung des entwickelten Prototyps ermöglichen.

## **1.2 Motivation und Zielsetzung**

Der Weiterentwicklungsgrad von TUI-Anwendungen, welche speziell für Kinder ausgelegt sind, steigt sehr rasch an. Nicht nur auf den Gebieten von Spielen oder

Unterhaltung, sondern auch bei allgemeinen Anwendungen. Hierfür bieten TUIs im Gegensatz zu herkömmlichen Anwendungen mit graphischen User Interfaces (GUIs) ein viel besseres Verständnis für den einzelnen Anwender. Kinder sind gut geeignete Testpersonen, da sie im Gegensatz zu Erwachsenen nicht so voreingenommen sind und somit eine stärkere Objektivität aufweisen.

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit basiert auf den bereits erzielten Ergebnissen und Erfahrungen eines bestehenden Prototyps [Tomitsch et al., 2006]. Darauf aufbauend wird nun der Prototyp dieser Arbeit geplant, entwickelt und getestet. In der Evaluierungsphase sollten auch Verbesserungsvorschläge des Prototyps aus den Reihen der Anwender kommen.

Das Schwerpunktthema der vorliegenden Arbeit liegt jedoch in der Analyse von Verhaltensmuster der Kinder bei deren Anwendungen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für Folgeprojekte. Somit können auch etwaige Empfehlungen für Designmethoden oder Gestaltung der Rahmenbedingungen für Workshops getroffen werden.

Die in der Evaluierungsphase erzielten Ergebnisse aus den Gebieten Wissenschaft/Forschung und Kinder im Vorschulalter sollen zu aufschlussreichen Aussagen auf didaktischer Ebene führen.

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Im zweiten Kapitel werden die pädagogische Bedeutung von Musik in der Kindesentwicklung und allgemeine musikalische Wirkungsweisen erläutert. Des Weiteren wird noch der Einfluss von digitaler Musik auf Kinder im Vorschulalter behandelt.

Eine allgemeine Einführung in Tangible Computing im Musikbereich und darauf basierende Anwendungen beinhaltet Kapitel drei.

Kapitel vier spezialisiert sich auf Tangible Computing - Anwendungen im Benutzerbereich Kinder auf allgemeinem, und musikalischem Gebiet. Die daraus

gewonnen Erkenntnisse stellen auch die Grundlagen für die Prototypenentwicklung in Kapitel sieben dar.

Methoden für das Design von Applikationen für Kinder werden in Kapitel fünf näher ermittelt und analysiert.

Kapitel sechs beschreibt angewandte Designmethoden mit dem aus Kapitel fünf gewonnenen Basiswissen.

Kapitel sieben stellt eines der Kernpunkte dieser wissenschaftlichen Arbeit dar und beschäftigt sich mit dem entwickelten Prototypen.

Abschließend fasst Kapitel acht die wesentlichen Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick in die Zukunft.



## 2 Pädagogische Bedeutung von Musik in der Kindesentwicklung

Musikalische Betätigung fördert einzelne Entwicklungsphasen und folglich die damit verbundene Intelligenz von Kindern. Der aktive Umgang mit Musik lässt das Gehirn "integrierter" arbeiten und trainiert somit indirekt neue Fähigkeiten an. Einige Vergleichsstudien spiegelten diese Annahmen durch Intelligenztests von Kindergruppen mit und ohne musikalische Aktivitäten wider.

*Amerikanische Studien zeigen, dass Kinder, die zwischen dem fünften und dem siebten Lebensjahr ein spezielles Training in Musik und bildender Kunst genossen hatten, bereits nach sieben Monaten in Mathematik deutlich besser waren als ihre Mitschüler.<sup>1</sup>*

Frühes Musizieren beeinflusst die kognitive Entwicklung in einer überdurchschnittlichen Weise. Noten werden durch Bewegungen in Töne umgesetzt, weiters ist ein Hin- und Voraushören der Musik erforderlich, und letztendlich muss die produzierte Musik mitempfunden werden. Sie fördert somit sehr stark die Konzentrationsfähigkeit, da Gedächtnisleistungen erbracht werden müssen. Musik fördert gleichzeitig verschiedene kognitive Bereiche eines Menschen, wobei diese miteinander vernetzt werden.

Im Folgenden werden wesentliche musikalische Eigenschaften, Wirkungsweisen und Einflüsse im Allgemeinen, sowie pädagogische Aspekte in der Kindesentwicklung näher beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird auch der Einsatz von modernen Übertragungsmedien wie etwa digitale Musik behandelt.

---

<sup>1</sup> <http://ochtrup.muensterland.de/magazin/artikel.php?artikel=5873&type=&menuid=227&topmenu=99>, abgerufen am 25.05.2008

## 2.1 Musik und ihre Wirkungsweisen

Bezüglich der Wirkung auf den Menschen unterscheiden Musikpsychologen zwei Typen von Musik: die egotrope (anregend) und die trophotrope (beruhigend) Form. [Schmidt, 2002] Da musikalische Töne alle Bereiche des Gehirns ansprechen, werden sie als sehr intensiv empfunden. Die Gedanken und Gefühle, die durch Musik hervorgerufen werden, wirken auch auf andere Körperfunktionen. Herzschlag, Muskelspannung, Atmung und Kreislauf stellen sich auf den Rhythmus der musikalischen Klänge ein. Im Zusammenhang mit der Melodie, der Harmonie und der Lautstärke bestimmt der Rhythmus, ob der Zuhörer gerührt zu weinen beginnt oder voller Elan zum Tatendrang geführt wird. Österreichs bekanntester Komponist Wolfgang Amadeus Mozart (Abbildung 1) musste schon im Alter von vier Jahren am Musikunterricht im familiären Rahmen teilnehmen, um sich möglichst früh in die harmonisch, musikalische Welt einleben zu können. Klassische Musik wirkt sich erwiesenermaßen auf den Körper positiv aus und hilft, sich in krankheitsbedingten Stresssituationen zu beruhigen. [Decker-Voigt, 2000]



**Abbildung 1: Der junge Mozart mit Vater & Schwester**

*Die Musik ist nicht nur ein akustisches Ereignis, sondern wird von jedem Menschen individuell aufgenommen und gestaltet. Der Patient erhält die Chance, sich und seine Umwelt neu wahrzunehmen, zu kommunizieren, seine Gefühle auszudrücken und seine Potentiale zu erfahren. In der musikalischen Improvisation kann Begegnung und Überwindung von Isolation entstehen. [Gustorff et al., 2000]*

Musik spielt nicht nur für gesunde Menschen eine bedeutende Rolle, sondern gilt auch als therapeutisches Instrument für inneres Gleichgewicht und Harmonie. Hier dient sie

als Kommunikationsmedium für Erinnerungen und Lebensrückblicke. Alzheimerpatienten in sehr fortgeschrittenen Stadien, wo Sprache und kognitive Fähigkeiten schon sehr eingeschränkt sind, können aufgrund von musikalischer Begleitung diesen Kommunikationskanal der Musik nutzen. Musikalische Kommunikationsfähigkeiten bleiben dem Menschen somit am Längsten erhalten, denn vom Embryo im Mutterleib an, bis zum Ende des Lebens wird davon Gebrauch gemacht. [Gembris, 2002]

## **2.2 Die Entwicklung musikalischer Wahrnehmung von Kindern**

Schon acht bis zehn Wochen vor der Geburt ist das Gehör eines Kindes soweit ausgereift, dass es akustische Reize von außen in seiner Umgebung wahrnehmen kann und darauf auch reagiert. [Banse, 2001] Allerdings ist noch ungewiss, in wie weit diese Wahrnehmungen auch weiterverarbeitet und gespeichert werden, da die Gedächtnisstrukturen des Gehirns noch nicht vollständig ausgereift sind. Laute akustische Einflüsse von der Außenwelt stellen für den Fötus keine große Belastung dar, da der Mutterleib und vor allem das Fruchtwasser einen sehr wirkungsvollen Schallschutz bilden. Das Ungeborene ist gegen Stresshormone der Mutter geschützt, hierfür sorgt ein Enzym in der Plazenta. Lang andauernde Stresssituationen beeinträchtigen jedoch den Schutzmechanismus des Fötus und wirken sich daher negativ auf dessen Entwicklung aus. [Schramm, 2007] Schon in den ersten Lebensmonaten baut der Säugling einen kommunikativen Austauschprozess mit den Eltern auf. Mit unterschiedlichen Vokalisationen bringt er seine Bedürfnisse und Gefühle zum Ausdruck. Diese werden von den Eltern wahrgenommen und intuitiv beantwortet. Diese Kommunikation findet meistens auf Ebene einer Singstimme mit prägendem Rhythmus statt, welche als Grundlage der musikalischen Entwicklung des Kindes angesehen werden kann. Die Stimme bildet das Ausdrucksorgan des Menschen, wobei Sing- und Sprechstimme zunächst gemeinsam wachsen und erst mit circa einem Jahr klar zwischen beiden getrennt werden kann. Äußerungen und Bewegungen sind musikalisch immer mit lustvollem Erproben der eigenen Fähigkeiten und der Umwelt verbunden. Die spielerische Entdeckung der musikalischen Umgebung und die Möglichkeiten der eigenen Klangerzeugung stehen im Vordergrund. Eltern können hier

durch beobachtende Teilnahme und anerkennende Unterstützung der kindlichen Tätigkeiten sehr viel zur musikalischen Entwicklung ihrer Kinder beitragen. In den weiteren Lebensjahren wird die Singstimme verbessert, wobei diese beim Spielen viele Aktionen kommentiert und auch ergänzt. Ab diesem Alter sollten Kinder ihre Gesangsfähigkeiten weiter entdecken und verbessern. Eltern und andere nahestehende Personen können hier sehr viel an Hilfe leisten, um diesen Verbesserungs- und Lernprozess spielerisch zu gestalten. [Banse, 2001]

Gemeinsames Singen, Musizieren und Tanzen im frühen Kindesalter fördert nicht nur die Teamfähigkeit, sondern liefert auch wichtige soziale Komponenten für spätere grundlegende Fähigkeiten. Weiters werden Kommunikationsprozesse auf spielerische Art erlernt und leichter akzeptiert (im Gegensatz zur lehrenden Aneignung). [Bastian, 2000]

### **2.3 Einfluss von digitaler Musik auf Kinder im Vorschulalter**

Viele der herkömmlichen akustischen Musikinstrumente sind im Allgemeinen vor allem für Kinder im Vorschulalter oft nur sehr schwer oder auch gar nicht erlernbar. Mangelnde Bewegungsfähigkeiten und Überforderung aufgrund der vielen parallel ablaufenden Aktionen während des Spielens sind die Hauptgründe dafür. Diese Umstände führen in vielen Fällen zu einem Abbruch des Musikunterrichts, da ab einem bestimmten Zeitpunkt die Demotivation drastisch steigt und das Vergnügen dementsprechend abnimmt. Längeres Pausieren hilft in diesem Fall kaum, da schon Barrieren und damit verbundene Angstzustände aufgebaut wurden.

Kinder im Vorschulalter haben eine sehr ausgeprägte Neigung zum experimentellen Ausprobieren von Funktionen. Diese spielerische Neugier kann optimal mit Systemen unterstützt werden, die auf einfache Art und Weise Instruktionen zur Musikgestaltung umsetzen können. Die Spielwarenindustrie hat auf diesem Sektor ein reichhaltiges Angebot am Markt, wobei hier die Eltern teilweise beim Kauf überfordert werden und sehr oft die Bedürfnisse der Kinder nicht erfüllen. Grund hierfür sind in vielen Fällen die unterschiedlichen Vorstellungen und Auffassungen von Erwachsenen und Kindern.

Einfach zu bedienenden und robust ausgestatteten Spielwaren sollte der Vorzug gegeben werden.

Genau in diesen Anwendungsgebieten spielt auch die digitale Musik eine tragende Rolle. Die meisten Musikspielzeuge haben Soundsequenzen in digitaler Form gespeichert und werden durch Bedienung des Kindes in der gewünschten Reihenfolge und Ausprägung (zum Beispiel Lautstärke) wiedergegeben. Zusätzlich können visuelle Darstellungsformen eingeblendet werden, um einen Bezug zwischen wiedergegebenen Soundsequenzen und einem Gegenstand herzustellen (zum Beispiel Einblenden einer Ente bei Vorkommen einer Entenstimme). Weiters gibt es eine Vielzahl an Spielgeräten am Markt, welche alltägliche Ereignisse in Form von Erzählungen in sprachlicher Form wiedergeben. Das „digitale Zeitalter“ hat somit auch in der musikalischen Spielzeugwelt aufgrund der einfachen Aufnahme- und Abspielmöglichkeiten viele Tore geöffnet.

Aber auch im wissenschaftlichen Bereich gibt es mittlerweile unzählige Projekte (zum Beispiel Music Table in Abbildung 2), die sich mit dieser Thematik „digitale Musikquellen und Kinder“ auseinandersetzen. Wichtige Faktoren zur Akzeptanz sind hierfür die Erstellung einer einfachen Umgebung und Bedienbarkeit für unerfahrene Anwender, welche ihre eigenen Musikmuster kreieren und manipulieren können. Im Mittelpunkt sollen physische Objekte stehen, die als Repräsentanten für digitale Prozesse im Hintergrund dienen. Ziel ist also nicht ein Verständnis über die komplexen Abläufe dahinter aufzubauen, sondern die einfache Handhabung der „greifbaren“ Objekte, welche dem Anwender Feedback in visueller und akustischer Form geben. [Berry et al., 2005]



Abbildung 2: Music Table

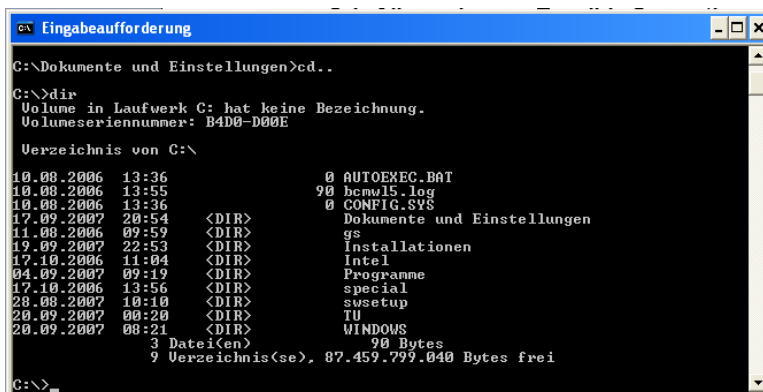
Die häufigsten Prototypen auf dem Gebiet „Musik und Kinder“ unterscheiden sich in deren Funktionsumfang. Eine Vielzahl widmet sich ausschließlich dem Abspielen von Audio Daten und stellt keine Speichermöglichkeiten zur Verfügung. Andere beinhalten kaum spielerische Elemente, welche für die Akzeptanz des Anwenderkreises Kinder eine wichtige Vorgabe darstellen. Daher umfasst der Prototyp in der vorliegenden Arbeit die Schwerpunkte Abspielen- und Aufnehmen von Musiksequenzen, sowie spielerische Gestaltungsmöglichkeiten unter der Anwendung einer Technologie aus dem Bereich Tangible Computing (wird im nächsten Kapitel detaillierter behandelt).

### 3 Tangible Computing im Musikbereich

„Tangible Computing“ beschreibt eine Technologie, welche digitale Information mit der physikalischen Welt vereint, sodass die Information leichter und interaktiver manipulierbar wird. Hier wurde im letzten Jahrzehnt sehr viel Forschung und Prototypenentwicklung betrieben, wobei sich letztere auf viele Anwendungsgebiete ausbreitete. [Fishkin, 2004] In diesem Kapitel wird nach einer allgemeinen Einführung in das Thema „Tangible Computing“ speziell der Bereich Musik genauer beleuchtet. Sowohl technisch als auch konzeptionell interessante Projekte werden vorgestellt, zusammenfassend verglichen und diskutiert.

#### 3.1 Geschichte der User Interfaces

„Command Line Interfaces“ (CLIs) waren die ersten (Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts) verfügbaren Eingabe-Schnittstellen („User Interfaces“) zwischen Mensch und Computer. Eingegebene Befehlszeilen werden am Bildschirm dargestellt und am PC ausgeführt. Die bekanntesten CLIs stellen die DOS Eingabeaufforderung (Abbildung 3) und die UNIX Shell dar.



```
C:\Dokumente und Einstellungen>cd..
C:\>dir
Volume in Laufwerk C: hat keine Bezeichnung.
Volumeseriennummer: B4D0-D00E

Verzeichnis von C:\

10.08.2006 13:36           0 AUTOEXEC.BAT
10.08.2006 13:55           90 bcmw15.log
10.08.2006 13:36           0 CONFIG.SYS
17.09.2007 20:54        <DIR>      Dokumente und Einstellungen
11.08.2006 09:59        <DIR>      gs
19.09.2007 22:53        <DIR>      Installationen
17.10.2006 11:04        <DIR>      Intel
04.09.2007 09:19        <DIR>      Programme
17.10.2006 13:56        <DIR>      special
28.08.2007 10:10        <DIR>      swsetup
20.09.2007 00:20        <DIR>      TU
20.09.2007 00:21        <DIR>      WINDOWS
                3 Dateien           98 Bytes
                9 Verzeichnis(se), 87.457.799.040 Bytes frei
C:\>
```

Abbildung 3: DOS Eingabeaufforderung

Einen großen Wandel in der Computerwelt im Bereich User Interfaces bewirkte die Computermaus. Sie war die Voraussetzung für die Anwendung von „Graphischen User Interfaces“ (GUIs), denn durch den Mauszeiger können nun graphische Elemente einfach ausgewählt werden. Seit den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts werden

sowohl auf Betriebssystemebene, als auch am Applikationssektor neben CLIs auch GUIs bereit gestellt. Nachdem die Computermouse eine breite Akzeptanz unter den Anwendern gefunden hatte, setzten diese durchwegs viele Programme mit graphischen Oberflächen ein. Grund für den Umstieg waren auch die immer besser werdende Auflösung von Bildschirmen und leistungsstärkere CPUs. GUIs benötigen für die graphische Darstellung von Objekten mehr Rechenleistung und auch eine höhere Auflösung von Grafikkarten und Monitoren. Einer der ersten Computer mit GUI Unterstützung war der Xerox Star (Abbildung 4) der Firma Xerox. Aufgrund technischer Fortschritte im Bereich graphischer Visualisierungen konnten auch GUIs komplexer und visuell anspruchsvoller gestaltet werden. Nicht zuletzt war hier die 3D Unterstützung von Graphikkarten ein großer Meilenstein in der Applikationsentwicklung. Denn dadurch war es nun möglich, anspruchsvolle Elemente zu erstellen, welche für den Anwender sowohl optisch angenehmer erscheinen, als auch die Bedienung derer intuitiver gestalten lässt.

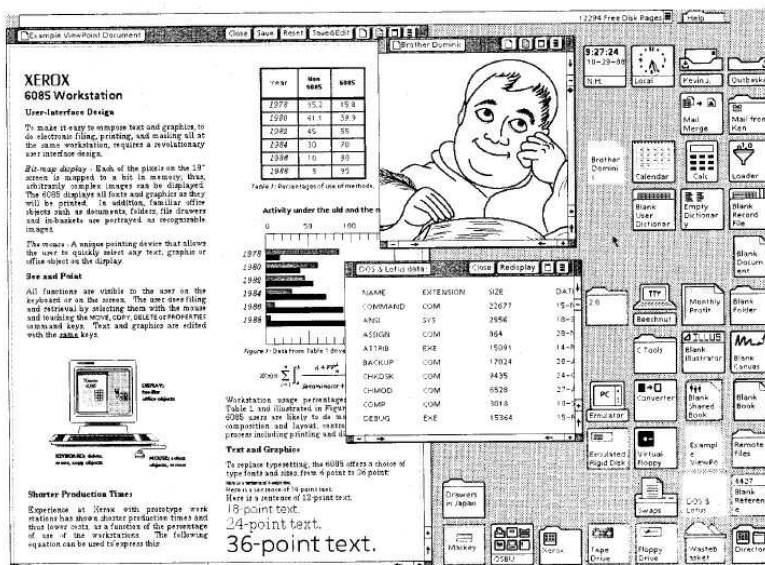


Abbildung 4: Xerox Star

## 3.2 Tangible User Interfaces

Tangible User Interfaces (TUIs) können als 3. Generation von User Interfaces angesehen werden. Grundprinzip von TUIs ist es, digitale Informationen (Bits) durch greifbare Objekte zu verkörpern, das heißt, dass die Interaktionen weg von den



virtuellen GUIs zurück in die physische Welt – nämlich unsere Hände – gebracht werden. [Ishii et al., 1997]

TUIs distanzieren sich somit von virtuellen Objekten und fixen Desktopumgebungen wie etwa Rechner, Maus, Tastatur und Bildschirm. Sie ermöglichen den Anwendern eine Realitätsnähe der Objekte und versuchen so den Vorteil der natürlichen Umgebung zu nutzen, um intensive Interaktionen zwischen Menschen und Daten herzustellen. Wichtig hierfür ist, dass sich die Informationstechnologie vom „klassischen“ Desktop Prinzip entfernen muss. [Markewicz, 2006] Abbildung 5 stellt den Übergang vom GUI zum TUI dar, wobei zu sehen ist, dass in der „Tangible Welt“ die Umgebung selbst zu einem Interface wird.

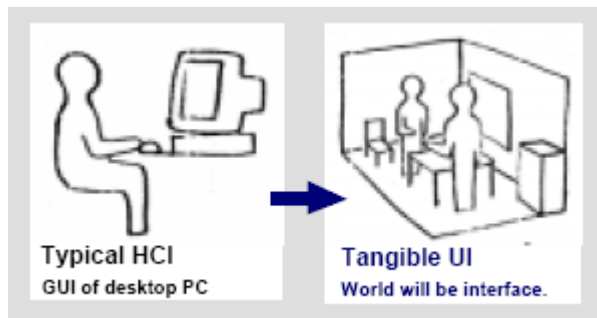


Abbildung 5: Vom GUI zum TUI

### Vor- und Nachteile von TUI-Anwendungen

Auf dem TUI-Konzept basierende Anwendungen bieten auf Grund der Einbindung von physischen Objekten in digitale Prozesse neue Möglichkeiten. Dieser Ausgangspunkt bringt nun eine Reihe von Vor- aber auch Nachteilen mit sich. Ob die Anwendung von TUIs tatsächlich einen Vorteil bringt, hängt letzten Endes immer vom Anforderungsprofil, beziehungsweise Anwendungsgebiet ab. Im Folgenden werden einige fundamentale Vor- und Nachteile im Bezug zu dieser Arbeit dargestellt.

#### Vorteile von TUIs

- Natürliche Interaktion mit den Objekten
- Intuitive und einfache Eingabe
- Nahtloses Interface

#### Nachteile von TUIs

- Entwicklungs- und Produktionskosten sehr hoch
- Geringe Akzeptanz bei den Anwendern

### **3.3 Frühe TUI-Anwendungen**

Viele Bereiche in Forschung und Entwicklung befassen sich mit neuen Interfaces. Daher gibt es auch eine Vielzahl an Entwicklungen von tangible Interfaces. Einige Prototypen bzw. Prototypenkonzepte werden nun etwas näher betrachtet.

#### **3.3.1 Marble Answering Machine**

Die Marble Answering Machine (Abbildung 6), ein im Jahr 1992 von Durell Bishop entworfenes Prototypenkonzept, war einer der ersten Designansätze der Verwendung von physischen Objekten zur Steuerung und Repräsentation digitaler Daten. Die deutsche Übersetzung würde „Murmel Anrufbeantworter“ lauten, was der äußerlichen Erscheinung sehr nahe kommt. Durell Bishop, damals noch Student am Royal College of Art, wollte anhand dieser Maschine zeigen, welche Möglichkeiten es gibt, digitale Prozesse zu steuern, ohne direkt mit EDV bekannten Schnittstellen in Kontakt zu treten. Dieser „greifbare“ Anrufbeantworter ist auch eines der meist betrachteten Beispiele für TUIs.

[Markewicz, 2006]

Murmeln sind die physische Repräsentation angekommener Nachrichten. Der Anrufbeantworter besitzt zwei Mulden, in die jeweils eine Murmel passt und eine lange Kerbe, welche die Warteschlange darstellt. Kommt ein Anruf an, so wird intern eine Referenz mit der Identität der Murmel abgebildet. Durch die Warteschlange ergibt sich gezwungenermaßen eine Reihenfolge der Murmeln, sortiert nach dem Eintreffen der Nachrichten. Nun hat der Anwender die Möglichkeit, eine Murmel zu nehmen und in die Mulde für das Abspielen zu legen. Ein Rückruf ist auch möglich, wenn man die Murmel in die andere Mulde legt. Nachrichten werden einfach gelöscht, indem die Murmel zurück in den Anrufbeantworter gelegt wird. [Markewicz, 2006], [Ishii et al.,1997]

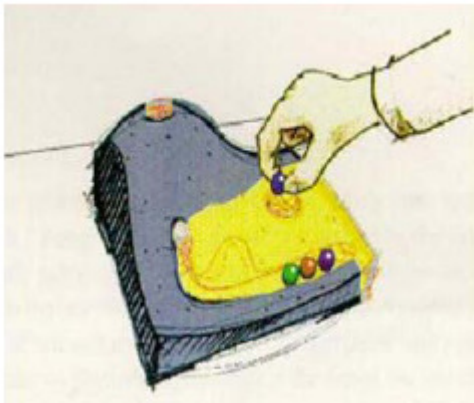


Abbildung 6: Marble Answering Machine

### 3.3.2 MetaDESK

MetaDESK war eines der ersten größeren TUI Projekte, welches im Jahr 1997 entstand. Beim Design wurden die bereits populären metaphorischen Bedienelemente wie etwa Fenster, Symbole oder graphische Kontrollelemente als physische Objekte verkörpert. Diese Tatsache ermöglicht nun ein Manipulieren der Objekte durch direktes Angreifen und nicht durch Bearbeitung mit visuell dargestellten graphischen Symbolen. Gleichzeitig wird die „physische Welt“ mit all ihren historischen Instrumenten und Gegenständen, welche durch die Einführung von PCs zurückgeblieben sind, wieder in den Vordergrund gestellt. Dieser Design Vorschlag ist in Abbildung 7 zu sehen. [Ullmer et al., 1997]

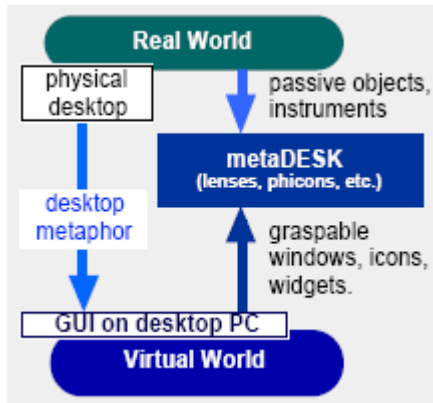


Abbildung 7: MetaDESK Design Konzept

MetaDESK besteht aus folgenden Elementen:

- auf eine Tischplatte projizierte graphische Oberfläche
- die „active LENS“ – tragbarer LCD Bildschirm
- die „passive LENS“ – ein optisch transparentes Display welches vom Charakter einer Lupe gleich kommt
- Phicons – physical Icons
- weitere Instrumente welche zur Verwendung an der Tischoberfläche herangezogen werden

Diese physikalischen Elemente sind durch optische, mechanische und elektromagnetische Sensoren mit dem MetaDESK verbunden, wodurch auch eine genaue Positionsermittlung möglich ist. MetaDESK erweckt diese physikalischen Objekte als Elemente von Tangible Interfaces zum Leben. [Ishii et al., 1997]

Abbildung 8 listet ein „Objektmapping“ von GUI zu TUI auf, wo zum Beispiel ein „phicon“ das physisch realisierte graphische Icon darstellt.

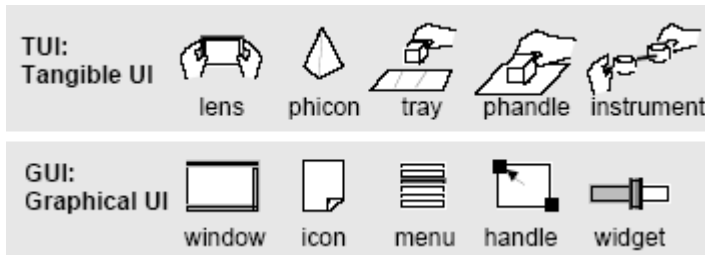


Abbildung 8: Instanzierung von GUI Elementen in TUI

Das Konzept MetaDESK wird nun anhand des Prototyps „Tangible GeoSpace“ (Abbildung 9) genauer beschrieben.

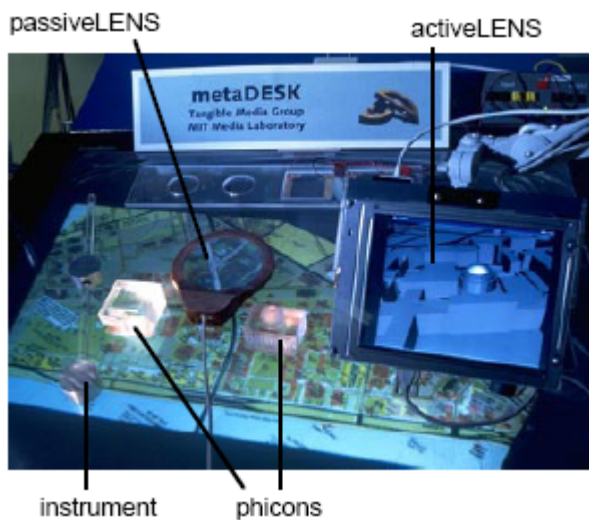


Abbildung 9: Tangible GeoSpace

Tangible GeoSpace besteht aus physischen Modellen von Gebäuden (Phicons) des Areals des „Massachusetts Institute of Technology“ (MIT) Forschungslabors. Der „Great Dome“ und einige „Media Lab“ Gebäude sind nur Teile davon. Diese Phicons ermöglichen es nun dem Anwender die vorhandenen zwei- und drei dimensionalen Abbildungen des MIT Campus zu manipulieren. Wird zum Beispiel das Modell des Great Dome auf die MetaDESK Oberfläche gebracht (Abbildung 10), so erscheint ein zwei dimensionaler Plan vom MIT Gelände unter dem Phicon, welcher die Lage des realen Great Dome in Verbindung mit diesem Objekt anzeigt. Gleichzeitig bildet die activeLENS eine drei dimensionale Ansicht des MIT Geländes ab (Abbildung 11). Hier kann der Anwender durch angreifen und bewegen innerhalb des Geländes in drei dimensionaler Ansicht navigieren. Das „Great Dome“ Phicon wirkt hier sowohl als Bit-Container zur Repräsentation des MIT-Campus, als auch zur Manipulation der

Ansichten. Wird das physische Modell gedreht oder an eine andere Position der Oberfläche gebracht, so ändern sich automatisch die zwei dimensionale Ansicht an der Tischoberfläche und die drei dimensionale Darstellung der activeLENS mit. Somit ist eine gleichzeitige Interaktion vom Anwender mit den drei Stellen – physisches Objekt, graphischer zwei dimensionaler Plan und graphischer drei dimensionaler Plan möglich. [Ullmer et al., 1997]



Abbildung 10: Phicon Great Dome

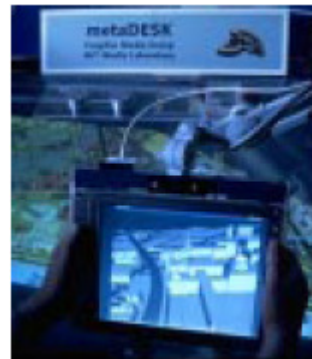


Abbildung 11: activeLENS

### 3.3.3 PingPongPlus

PingPongPlus ist eine Erweiterung des traditionellen Tischtennistisches um eine neuartige digitale Interaktionsart – das „Athletic-Tangible Interface“.

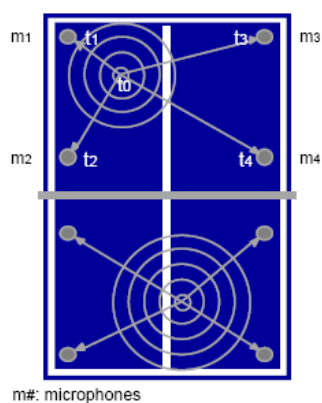


Abbildung 12: Positionen der Mikrofone

Der Tischtennistisch ist mit einem auf Ton basierenden „Ball Tracking System“ ausgestattet. Dieses besteht aus acht Mikrofonen (Abbildung 12), welche in den Tisch

integriert wurden, und zur Berechnung der genauen Position des Ballaufpralls herangezogen werden.

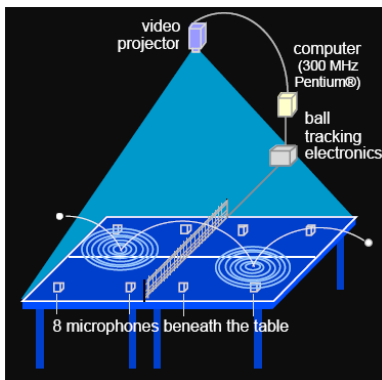


Abbildung 13: PingPongPlus Systemarchitektur

Dieses „Ball Tracking System“ ist die Schnittstelle zwischen Spielern und Feedback vom PingPongPlus System. Jeder lokalisierte Aufprall eines Balls löst entsprechend dem eingestellten Modus eine Aktion aus. Feedback wird visuell auf dem Tisch durch projizierte Grafiken mittels Video Beamer und akustisch in Form von Tönen oder Musiksequenzen gegeben. Diese Zusatzeigenschaften bewirken eine deutliche Beeinflussung des Spielstils. Abbildung 13 stellt die gesamte PingPongPlus Systemarchitektur veranschaulicht dar.

Grundidee war es, eine neue Möglichkeit zu schaffen, die dem reinen Wettbewerbssport einerseits einen Unterhaltungscharakter verleiht und andererseits ganz neue Herausforderungen für die Spieler darstellt. Es geht weniger um die körperliche Ertüchtigung, sondern mehr um geschickte Anwendung des PingPongPlus Systems beim klassischen Spiel. Der Modus „Water ripple“ (Abbildung 14) erzeugt visuelle Wasserwellen am Tisch, während akustisch ein plätscherndes Wassergeräusch zu vernehmen ist. Hier könnt es zum Beispiel eine Anforderung an die Spieler sein, unterschiedliche Arten von Wellen zu erzeugen. Weiters können Netzfehler weniger Ärger auslösen, wenn diese nette Grafiken am Tisch erscheinen lassen. Es stehen unterschiedlichste Modi zur Verfügung wie etwa „Spots Mode“, „Comet Mode“, „Painting Mode“, „Thunderstorm Mode“, „Pac-Man ® Mode“ oder „School of Fish Mode“. Es gibt einige Meinungen, die behaupten, dass der eine oder andere Modus zur Erzeugung von Musiksequenzen geeignet sei. [Ishii et al., 1999]

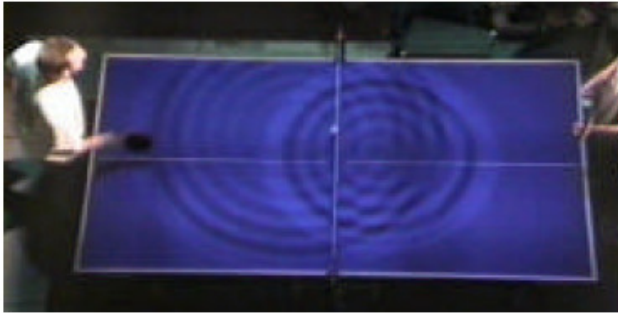


Abbildung 14: Modus „Water ripple“

### 3.4 Anwendungsgebiete im Musikbereich

Traditionelle Musikinstrumente sind sehr oft erst durch lange Entwicklungszeiten von Musikern anerkannt und später verwendet worden. Einige akustische Instrumente erfordern auch eine steile Lernkurve, welche so manchen Anwender sehr verunsichert. Musiker können durch körperliche Gestiken mit dem Musikinstrument interagieren und so zusätzliche Akzente für das Publikum setzen. Das Instrument kann sich selbst in bestimmten Bereichen hervorheben, wie etwa Ton Nuancen. Alle diese genannten Eigenschaften sind bei herkömmlichen Musikinstrumenten bekannt und größten Teils auch akzeptiert. Jedoch sollte beim Design „moderner Interfaces für Musik“ auf die Vermeidung von etwaigen Nachteilen besonderes Augenmerk gelegt sein. Das gesamte System darf für den Benutzer als nicht zu komplex erscheinen. Alle Anwendungsschritte müssen verständlich und einfach durchführbar sein, wobei anregende Elemente die Motivation zusätzlich steigern können.

Ein gutes und anerkanntes Musikinstrument muss einigen grundlegenden Kriterien entsprechen und bestimmte Merkmale aufweisen. Hier wären zum Einen die Flexibilität in der Verwendung oder auch das akustische Erscheinungsbild (einige sind kräftiger, andere wiederum gehören dem „feinen Gehör“ an) zu nennen. Wie frei ist man bei der Steuerung des Apparats, wo liegen die Schwierigkeiten in bestimmten Situationen, oder wie steil ist die Lernkurve? Auch bei den Ausgabemöglichkeiten gibt es den dynamischen Bereich und den Bereich der Nuancen wie etwa eine Modulationsart.



Herkömmliche computerbasierende Interfaces besitzen nun einige Nachteile, um sie optimal in den Musikbereich integrieren zu können. Ein großer Nachteil ist die Beschränkung der Eingabe- und Steuermöglichkeiten wie etwa Tastatur und Maus oder auch der Mangel an ausdrucksstarken Steuerungsmöglichkeiten. Diese Nachteile können bis zu einem gewissen Grad mittels Anwendung von TUI-Technologien behoben werden. Des Weiteren sind auch die Vielzahl an Möglichkeiten bei der Soundverwaltung und Bearbeitung durch Computerunterstützung positiv hervorzuheben.

TUI Anwendungen können also einen entscheidenden Beitrag im Bereich der Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich Komposition von elektronischer Musik leisten. Dieses Faktum wird auch in Zukunft sicherlich neue Pilotprojekte anziehen, wobei eine Ablöse der klassischen akustischen bzw. elektronisch unterstützten Musikinstrumente keineswegs in Betracht gezogen werden kann. TUIs sind ausschließlich an digitale Prozesse gebunden, was eine „analog zu digital“ Umwandlung impliziert. Dieser Umwandlungsprozess weist Datenverluste bzw. Unschärfen aus, welche gerade im Bereich der Akustik negative Auswirkungen haben kann. Abgesehen davon sind eine Anzahl an technischen Geräten notwendig, um eine entsprechende notwendige Umgebung bereitstellen zu können. Dies ist bei klassischen Musikinstrumenten nicht notwendig, da sie im Normalfall unabhängig von anderen Objekten verwendet werden können.

## Anforderungen an neue Interfaces

- Instrument leicht erlernbar
- Musizieren und Spielen in eine motivierende, kollaborative Tätigkeit umsetzen
- Musikalisch kreative Möglichkeiten vor allem Nicht-Musikern näher bringen
- Anpassen an individuelle Bewegungsmöglichkeiten
- Computerunterstützte Improvisation
- Komplexe Prinzipien verständlich darstellen (zum Beispiel durch Visualisierung)
- Computer als allgegenwärtiges Element ansehen

Im künstlerischen und musikalischen Bereich findet die Entwicklung von TUIs großen Anklang. Aufgrund vieler neuer intuitiver Aktionen von TUIs sind Künstler hoch motiviert, diese in Evaluierungsphasen zu erproben. Die meisten Projekte im Musikbereich befassen sich mit dem Abspielen von Liedern bzw. Playlists oder einzelnen Musiksequenzen. Im Folgenden werden einige Projekte vorgestellt, die sich mit dem Thema TUIs im Musikbereich genau auseinandersetzen.

### 3.4.1 Audiopad

Audiopad (Abbildung 15) ist ein Interface zur Musik Performance, welches die Vorteile von Modularität der Drehkopffregler und den mehrdimensionalen Charakter einer Tracking Oberfläche kombiniert. Die Software überträgt die Manipulation von physischen Objekten in Musik und gibt visuelles Feedback. Dieses Feedback wird durch Projektion von graphischen Informationen auf die „interaktive Tischoberfläche“ und den physischen Objekten dargestellt. Physische Objekte werden „Pucks“ genannt und stellen die Eingabegeräte dar. Das Tracking dieser Objekte erfolgt durch Radio-Frequency (RF) Tags. Die verwendete Hardware wurde von einem Vorgängerprojekt, dem Sensetable [Patten et al., 2001] übernommen. [Patten et al., 2003]



**Abbildung 15: Audiopad System**

Jedem Puck können bestimmte Funktionen wie etwa Instrumente oder ein Mikrofon vom Anwender zugeteilt werden. Das Audiopad System ermittelt für jedes Objekt die genaue Position und zeichnet alle Positionsänderungen auf. Diese Tracking Information wird dem Anwender visuell an der Tischoberfläche und akustisch an der Sound Anlage wieder gegeben. Alle Daten werden im Audiopad System verwaltet und im entsprechenden musikalischen Kontext wiedergegeben, wodurch die Komposition der Musiksequenzen bestimmt wird. [Patten et al., 2002]

Die Ablaufreihenfolge einer Anwendung beinhaltet im üblichen Fall drei Interaktionsmöglichkeiten. Zuerst müssen alle zu verwendenden Pucks den entsprechenden Soundsequenzen, welche visuell an der Spielfläche dargestellt sind (Abbildung 15 rechts), zugewiesen werden. Dieser Vorgang erfolgt durch einfache Platzierung an der gewünschten Stelle. Danach beginnt die eigentliche Komposition, wobei die Pucks in eine gewünschte Abspielreihenfolge unter der Verwendung eines „Selector Pucks“ gebracht werden. Während des Abspielens der Soundsequenzen können zusätzliche Effekteinstellungen aufgerufen werden, wie zum Beispiel durch das Drehen eines Pucks die Lautstärke verändert wird.

Audiopad bietet somit dem Anwender ein innovatives Interface zum Abspielen von Musiksequenzen unter Anwendung des TUI-Konzeptes.

Die Integration von physikalischen Input Objekten mit visuellem Feedback ermöglicht ein sehr hohes Maß an Flexibilität im musikalischen Bereich. Zugleich ermöglicht das

System dem Anwender, sich voll auf die Komposition von Musik konzentrieren zu können und nicht auf die Benutzung des Systems. [Patten et al., 2002]

### 3.4.2 MusicCube

Ziel der Entwicklung von MusicCube war es, ein „Tangible Interface“ zum Abspielen von digitalen Musik Songs (und ganzen Playlists) zur Verfügung zu stellen.



Abbildung 16: MusicCube



Abbildung 17: Two-handed Interaktion

Als Eingabe, bzw. Steuerungsgerät dient ein Würfel (Abbildung 16), welcher elektromagnetische Sensoren eingebaut hat, um einerseits jede Positionsänderung wahrnehmen zu können und andererseits entsprechende Befehle an den Rechner senden zu können. Wichtigster Punkt der „Design Visionen“ war die Steuerung über eine drahtlose Verbindung zum Abspielgerät. Diese Eigenschaft ist notwendig, um den Anwender unmerklich unterstützen zu können, ohne dass er von speziellen Aufgaben des Computers abgelenkt wird. Weiters war auch eine einfache Handhabung und Robustheit gefragt. Die Steuerung erfolgt durch Bewegungen des Würfels und Drücken eines integrierten Buttons (Abbildung 17), wobei „two handed“ Interaktionen (also mit beiden Händen unterschiedliche Aktionen gleichzeitig auslösen, siehe Abbildung 18) möglich sein sollen. Feedback wird durch unterschiedliche Farbpräsentation an den Flächen des Würfels gegeben, wobei zum Beispiel die Intensität der Lichtstärke der wiedergegebenen Lautstärke entspricht, oder abwechselnde Farbdarstellungen

repräsentieren den „Shuffle Modus“. Eine Weiterentwicklung des MusicCubes ist der MusicCube Speech, welcher zusätzlich auch Feedback über Sprache liefert. Wobei genaue Auskunft wie etwa Playlistnamen oder Songtitel über die aktuelle Wiedergabe durch eine Frauenstimme gegeben wird. [Alonso et al., 2005]



Abbildung 18: MusicCube Interaktionsmöglichkeiten

### 3.4.3 Block Jam

Block Jam ist ein kollaboratives Interface für Musik, welches durch Anordnung von Blöcken unterschiedlichste musikalische Phrasen und Sequenzen erzeugt. Jeder Block beinhaltet eine Gruppe von möglichen Musiksequenzen, welche manuell ausgewählt werden können. Die Kombination dieser Blöcke ergibt in Summe eine dynamische Struktur musikalischer Phrasen. [Henry et al., 2002]



Abbildung 19: Block Jam – Eine Anordnung



Abbildung 20: Block Jam Element

Die Steuerung erfolgt durch das Anordnen der Blöcke (Abbildung 19), wobei die Kommunikation über seitlich angebrachte Konnektoren (in Abbildung 20 ersichtlich) erfolgt. Für stabilen Zusammenhalt dienen integrierte Magneten. 3-farbige LEDs sorgen an der lichtsensitiven Oberfläche für dynamisch änderbare Statusanzeigen. Dieser technische Aufbau eines Elements wird schematisch in Abbildung 21 dargestellt. Zusätzlich ist jeder Block mit einem Button unter dem Display ausgestattet, womit Aktionen ausgelöst werden (Abbildung 22).

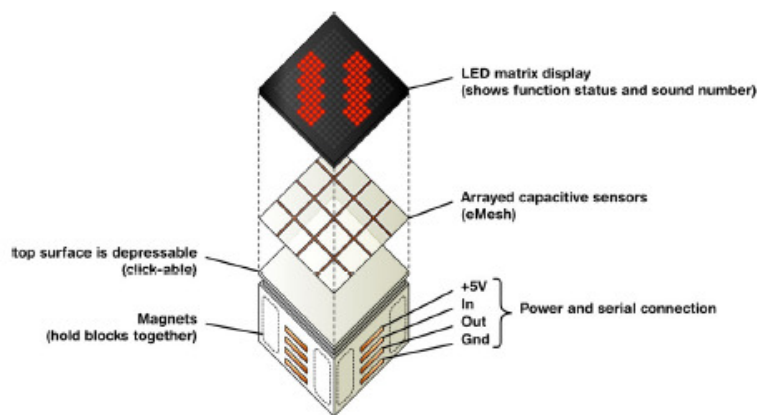


Abbildung 21: Block Jam Element – Aufbau



Abbildung 22: Block Jam – Button drücken

Block Jam ist ein intuitives, einfaches handlungsaufforderndes TUI, welches mit simplen Elementen einfache und komplexere Ergebnisse liefert. Auf Grund des dynamischen Aufbaus sind sowohl Anfängern als auch Experten bei der Gestaltung der musikalischen Struktur keine Grenzen gesetzt. Auch die Sinne Gehör, Tasten und Sehen werden miteinander verknüpft, was wiederum nicht zu unterschätzende Kombinations- und Reaktionsfähigkeiten des Anwenders erweckt.

Block Jam ist eine Sprache, welche auf „tangible“ und visueller Ebene aussagekräftige musikalische Strukturen auf eine neue und intuitive Art erzeugt. [Henry et al., 2002]

### 3.4.4 Small Fish

Ein interaktives Gemälde erzeugt Musik. Diese Abstraktion wurde schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts von Arnold Schönberg (Musik) und Wassily Kandinsky (Malerei) eingeleitet. [Haldemann, 2006] Grundgedanke dieser Entwicklung war es, Musik aus der Malerei herauszuhören und zu antizipieren. Man stellt sich Musik in Form von Punkten, Linien und Formen vor, was viel Phantasie bedarf. Diese Zusammenstellung unterschiedlichster Elemente ergibt dann eine musikalische Partitur und auch instrumentalische Klänge. Anfangs ist es sicherlich sehr schwierig, die Bedeutung aller Objekte zu begreifen, doch einige Übungseinheiten genügen, um das Konzept der Manipulation einzelner Musiksequenzen zu verstehen.

In Small Fish wird mit Klängen und Tönen, Farben und Formen gespielt, ebenso wie mit abstrakten Konzepten. Zwischen Akteur und Gespieltem befindet sich der Monitor, auf dem die Komposition in immer neuen Bildern formuliert wird. Die traditionelle Nähe zum Musikinstrument wird beim Spielen von Small Fish aufgehoben. Der Akteur manipuliert nicht, sondern kommuniziert: die Hände erstellen Grafiken und Animationen, die sich erst in Klänge, dann in Musik umwandeln. In der Verbindung der einzelnen Elemente löst sich die Bildschirmfläche in einem dynamischen Kunstraum auf und macht so das kreative Zusammenspiel zwischen Werk und Betrachter möglich<sup>2</sup>. Abbildung 23 zeigt Anwendungen von Small Fish Objekten aus unterschiedlichen Perspektiven.

Jede Positionsänderung eines Objekts wird mittels Echtzeitvideosystem aufgezeichnet. Melodie, Rhythmus und Harmonie werden somit in Echtzeit gesteuert, was wiederum den Anwender, also den Komponisten zusätzlich inspirieren soll. [Muench, 2000]

---

<sup>2</sup> [http://on1.zkm.de/zkm/stories/storyReader\\$1671](http://on1.zkm.de/zkm/stories/storyReader$1671), abgerufen am 17.07.2008

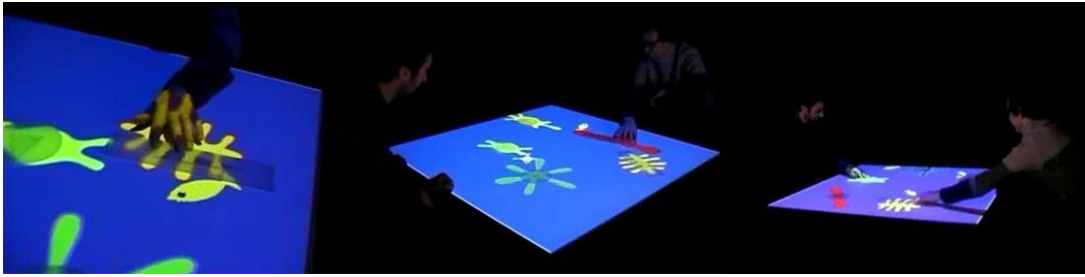


Abbildung 23: Small Fish

### 3.4.5 Audio d-Touch

Audio d-Touch (Abbildung 24) besteht aus drei Tangible Interfaces zur Komposition und Performance von Musik: „Augment Stave“, „Tangible Drum Machine“ und dem „Physical Sequenzer“. Jedes Instrument beinhaltet eine Anzahl an Blöcken, deren Interaktionen auf einer flachen Platte stattfinden. Die Blöcke repräsentieren diverse Töne, und durch unterschiedliche vertikale Anordnung können Musiksequenzen erzeugt werden. [Constanza et al., 2003]

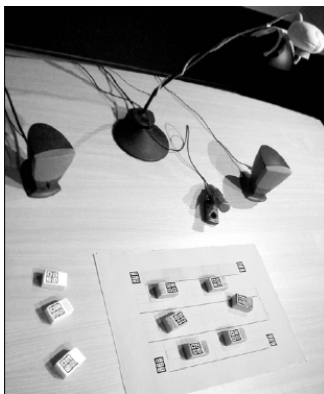


Abbildung 24: Audio d-Touch

Als Eingabegerät fungiert eine Webcam, welche die einzelnen Tags (Blöcke) erkennt. Feedback wird über eine Audioschnittstelle gegeben.

- Augmented Stave (Abbildung 25 links)

Wird zum Komponieren von Melodien und Akkorden verwendet. Blöcke repräsentieren unterschiedlichste Töne in verschiedenen Notenlängen. Die



flache Platte stellt die Notenlinien dar und durch Anordnung dieser „Notenblöcke“ entstehen hörbare Melodien.

- Tangible Drum Machine (Abbildung 25 Mitte)

Hier werden die Blöcke auf einem Raster angeordnet und bilden so Rhythmen. Verschiedene Blöcke repräsentieren unterschiedlichste Lautstärken.

- Physical Sequenzer (Abbildung 25 rechts)

Verschiedenfarbige Blöcke repräsentieren unterschiedliche Sounds. Die vertikale Position beeinflusst die Lautstärke, horizontal wird der Abspielzeitpunkt bestimmt. Es können auch mehrere Effekte zur gleichen Zeit stattfinden, hier wird eine Überlagerung der Musiksequenzen durchgeführt

[Constanza et al., 2003]

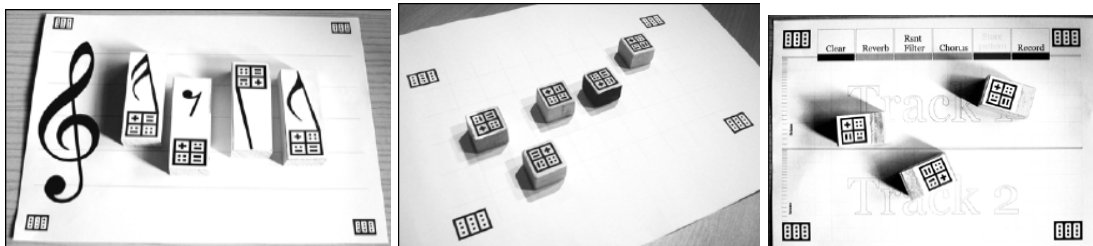


Abbildung 25: 3 unterschiedliche Anwendungen

### 3.4.6 His Master's Voice

Dieses Spiel besteht aus einem Spielbrett und einer unbestimmten Anzahl von semi-autonomen Kugelrobotern (Abbildung 26). Diese Kugeln agieren auf Grund ihres entkoppelten Aufbaus völlig eigenständig und reagieren auf akustische Stimmlagen von Menschen. Jede Roboterkugel ist auf eine bestimmte Tonlage geeicht. Sie bewegt sich innerhalb des Spielbretts, wenn der Spieler diese Frequenz singt oder summt. Es gibt in diesem Spiel keine eindeutigen Spielregeln, diese können jedoch durch Vereinbarungen der Spieler definiert werden. Es finden also bidirektionale Interaktionen zwischen Kugeln und Mensch statt. [Morawe, 2001]



Abbildung 26: Kugelroboter

### 3.5 Zusammenfassung und Zukunftsperspektiven

Klassische GUIs projizieren die gesamte Information auf Displays in Form von „paintable bits“. Diese Eigenschaft bedeutet in manchen Teilgebieten, wo die zwei dimensionale Ebene nicht ausreicht, für den Anwender eine sehr große Einschränkung. Dies betrifft sowohl die Handhabung als auch das Verständnis über ausgelöste Interaktionen. Genau hier liegt der Kernpunkt von TUIs, denn diese erlauben durch die physische Repräsentation („tangible bits“) von Objekten neue Darstellungen innovativer Schnittstellen und deren Anwendungsgebiete. [Ishii, Ulmer 1997]

TUI Anwendungen befinden sich zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr ausschließlich im Pioniersstadium, sondern sind mittlerweile fixer Bestandteil in einigen praktikablen Produkten. Sehr stark vertreten sind die Bereiche Forschung und Wissenschaft, wobei der Sektor „Gaming“ auch auf kommerzieller Ebene größeren Anklang gefunden hat. Der meist höhere Kosten- und Materialaufwand stellt neben einer bescheidenen Akzeptanz der Anwendergruppen den größten Nachteil dar. Somit wird das klassische GUI kaum durch TUIs ersetzt werden, jedoch in einzelnen Bereichen könnten TUI-Anwendungen durchaus serienreif werden und eine gute Ergänzung zum GUI darstellen. Ein größeres Anwenderpotential befindet sich im Unterhaltungsbereich, da hier die Sichtbarkeit des Computers weiter in den Hintergrund gestellt wird und Systeme mit physisch greifbaren Objekten ihre Vorteile bieten.

## **4 Tangible Computing für Kinder**

Es existieren zahlreiche Prototypenentwicklungen oder auch Konzepte im Bereich Tangible Computing, welche sich dem Anwenderkreis Kinder widmen. Dieses Kapitel beinhaltet allgemeine Informationen über den Zusammenhang von Kindern und TUIs, und des Weiteren werden einige allgemeine, beziehungsweise musikalische Anwendungen vorgestellt.

### **4.1 Umgang von Kindern mit TUIs**

Kinder und TUIs stehen in einem ganz besonderen Verhältnis. Einerseits müssen allgemein angewandte Entwicklungsmethoden auf die Ebene von Kindern adaptiert werden. Andererseits sollen pädagogische Richtlinien eingehalten werden, um möglichst effizient zu Ergebnissen in Evaluierungsphasen zu gelangen. Kinder sind auch auf Grund ihres innerlichen Drangs nach neuem Wissen und teilweise uneingenommenen Betrachtungsweisen nur schwer mit dem Verhalten von Erwachsenen zu vergleichen. Diese Tatsache ist ein zusätzlicher Aspekt, welcher von Beginn an beim „Arbeiten mit Kindern“ berücksichtigt werden muss.

Es gibt mittlerweile eine Vielzahl an Projekten und somit auch Prototypen von TUI-Anwendungen, welche ausschließlich für den Anwenderkreis Kinder gedacht sind. Diese TUIs müssen in der Handhabung dem Verständnis von Kindern entsprechen und klare Anwendungsschritte beinhalten. Weiters sollte auch innerhalb von Interaktionen ein gewisser Lernprozess für Kinder ermöglicht werden.

## 4.2 Allgemeine Anwendungsgebiete

Aus einer unzähligen Menge an allgemeinen TUI-Anwendungen für Kinder werden einige bekannte und in Bezug auf diese Arbeit interessante Modelle herausgegriffen und im Folgenden dargestellt.

### 4.2.1 I/O Brush

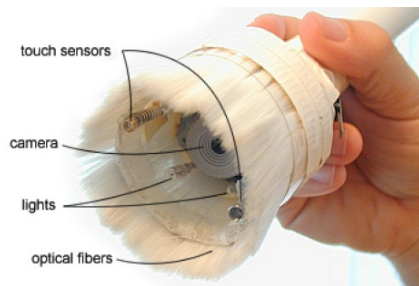
I/O Brush (Abbildung 27) ist ein multimedialer Pinsel welcher Farben, Texturen und Bewegungen direkt aus seiner alltäglichen, gegenständlichen Umgebung „aufnehmen“ kann und diese sofort auf einer Digitalleinwand wiedergibt. [Ryokai et al., 2005]



Abbildung 27: I/O Brush

I/O Brush sieht wie ein herkömmlicher Malerpinsel aus, ist aber mit einer kleinen Videokamera, Lichtquellen und Berührungssensoren ausgestattet (Abbildung 28). Außerhalb der Leinwand nimmt der Pinsel Farben, Texturen und Bewegungen von Oberflächen auf, über die man mit ihm streicht. Danach kann man sofort auf der Leinwand mit dieser „Spezialtinte“, die aus der unmittelbaren Umgebung abgegriffen wurde, malen. Bei Berührung einer Oberfläche aktivieren die biegsamen, gefederten Berührungssensoren die Lichtquellen zur Optimierung der Lichtverhältnisse und die Videokamera zur Aufnahme. Diese aufgenommenen Frames werden dann an das System gesendet und an der Pinselspitze leuchten die Leds um die erfolgreiche Farbannahme zu bestätigen.

Das System besitzt drei Aufnahme Modi, je einen für Textur, Farbe und Bewegung. Der Textur Modus nimmt nur einen Frame auf, was einem Schnappschuss gleicht. Im Farbmodus werden die RGB Werte aufgenommen, eine Berechnung durchgeführt und der am Häufigsten vorkommende Wert wird zurückgegeben. Im Bewegungsmodus werden bis zu 100 Frames aufgenommen, welche auf der Leinwand einzeln abgegeben werden. Lediglich am Pinselstrichende wird die ganze Animation in einer Endlosschleife wiedergegeben. [Ryokai et al., 2004]



**Abbildung 28: I/O Brush Pinsel**

I/O Brush lädt den Künstler ein, sich einen eigenen Malkasten mit Elementen seiner Welt zusammenzustellen. Mit dieser persönlichen Farbpalette, deren Prozesse vom System automatisch aufgenommen wurden, kann er nun ein Porträt erstellen. Damit ist es dem Künstler möglich, den Betrachter sowohl am Porträt als auch an den Geschichten, welche die Handlungen hinter dem Bild darstellen, teilhaben zu lassen.

#### **4.2.2 Electronic Blocks**

Electronic Blocks (Abbildung 29) sind Tangible Interfaces, welche durch aneinander stecken von Blöcken interaktiv Computerprogramme beeinflussen. Die Elemente wurden für Kinder im Alter zwischen drei und acht Jahren entwickelt.



**Abbildung 29: Electronic Blocks**

Die Blöcke bestehen aus Lego Duplo Primo™ Steinen, welche innen mit Elektronikbauteilen versehen wurden. Dieser Aufbau ermöglicht ein einfaches Aufeinanderstecken der einzelnen Elemente. Jeder Block hat einen Eingang und einen Ausgang, sobald zwei Blöcke verbunden werden, steuert der Ausgang von einem Block den Eingang des anderen. Es gibt drei Arten von elektronischen Blöcken: Sensor-Blöcke, Aktions-Blöcke und Logik-Blöcke.

### **Sensor-Blöcke**

Diese ermitteln Eigenschaften, wobei es drei unterschiedliche Typen gibt:

- „Sehender Block“ zur Ermittlung des Lichtes
- „Hörender Block“ zur Ermittlung des Tones
- „Fühlender Block“ zur Abtastung

### **Aktions-Blöcke**

Diese senden eine Art von physikalischem Output wobei es folgende Typen gibt:

- „Licht-Block“ (Abbildung 30) aktiviert die angebrachte Lampe
- „Sound-Block“ spielt eine kleine Kindermelodie
- „Bewegungs-Block“ ist ein Block mit vier angebrachten Rädern

## Logik-Blöcke

Logik-Blöcke haben eine intermediäre Rolle inne. Sie werden zwischen Sensor- und Aktions-Block gesteckt und besitzen die Fähigkeit, die erwartete Tätigkeit zu ändern.

Sie weisen folgende Eigenschaften auf:

- Erzeugen eine Aktion, wenn eine bestimmte Anforderung nicht empfangen wurde
- Schaltet den Eingang zwischen Instanzen
- Dehnt das Intervall eines Signals aus, damit die Aktion um zwei Sekunden verlängert ausgeführt wird
- Erzeugt nur eine Aktion, auch wenn gleichzeitig mehrere Eingangssignale empfangen werden



Abbildung 30: Aktivierung eines "Licht-Blocks"

Grundidee war es, den Kindern einfache Blöcke bereitzustellen, die eine beliebige Kombination (Abbildung 31) erlauben. Bei den Anwendern soll großes Interesse geweckt und zugleich die Kreativität in der Aktivität des Zusammensteckens gefördert werden. So ist es zum Beispiel möglich eine Kombination zu kreieren, welche ein Blitzen der Lampe aktiviert, wenn gesprochen wird. Weiters könnte ein „Licht Block“ den „Bewegungs-Block“ über den „Sehen-Block“ aktivieren und so ein ferngesteuertes Auto darstellen (Abbildung 31). [Wyeth et al, 2001]



Abbildung 31: Zusammengesetzte Electronic Blocks

### 4.2.3 Learning Cube

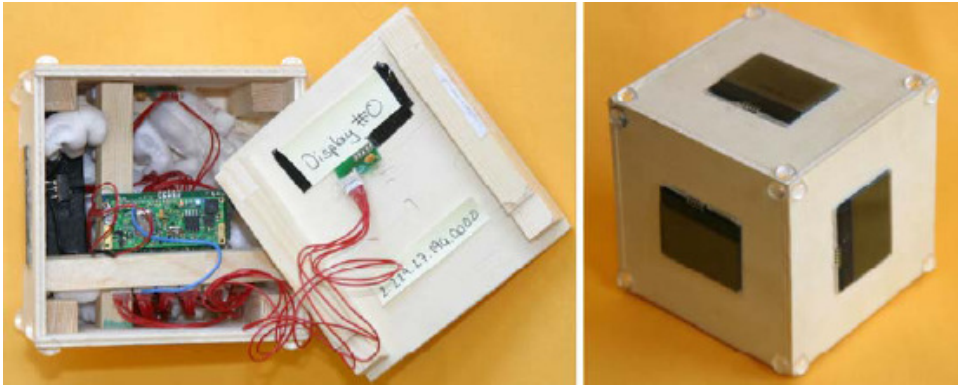
Learning Cube wurde entwickelt, um eine neuartige tangible Applikation zum spielerischen Lernen im Anwenderbereich Kinder einsetzen zu können. Als Grundelement dient ein herkömmlicher Leichtholzwürfel, welcher auf jeder Seite mit einem LCD Display ausgestattet wurde. Die Displays können sowohl Text als auch kleine Images darstellen. Eine im Inneren angebrachte Mikrokontrollerschaltung steuert den gesamten Ablauf (Siehe Abbildung 32). Dieses System stellt auf Grund ihrer stand-alone Basis eine einfache Handhabung und von anderen Schnittstellen völlig unabhängige Funktion dar.

Um das Tool in möglichst breit gefächertem Alterskreis anwenden zu können, wurden vier unterschiedliche Spielmodi geschaffen.

- Erkennen gleicher Bilder
- Wort – Bild Zuteilung
- Vokabel Trainer
- Finden von mehreren unterschiedlichen 2D Ansichten

Auf einer bestimmten Seite des Cubes wird die Aufgabe (zum Beispiel eine Fragenstellung) angezeigt. Alle übrigen Würfelseiten beinhalten mögliche Antworten, wobei nur eine richtig ist. Zur Lösungsabfrage muss der Cube mit der passenden Seite nach oben geschüttelt werden. Dieser Effekt löst die Überprüfung auf Korrektheit des Ergebnisses aus. Im erfolgreichen Fall gelangt man einen Schritt weiter, andernfalls kommt man zur ursprünglichen Aufgabe zurück.





**Abbildung 32: Learning Cube - interner Aufbau**

Der Cube erlaubt es auf Grund seines einfachen Aufbaus, an keine speziellen Örtlichkeiten bzw. Räumlichkeiten gebunden zu sein. Dies ist eine weitere nützliche Eigenschaft, welche die Kinder zu noch mehr Denkvermögen und Kreativität verleiten soll. Zusätzlich sind auch Interaktionen der Kinder untereinander möglich (Abbildung 33), indem sie den Cube einfach nur weiter reichen, oder verschiedene Argumente liefern auf Grund der unterschiedlichen Betrachtungsseiten. [Terrenghi et al., 2006]



**Abbildung 33: Learning Cube – Interaktionen**

Das Projekt stand unter dem Fokus, ein Spielzeug zu entwerfen, welches eine einfache Handhabung und unterschiedlichste Schwierigkeitsgrade beinhalten soll. Es wurde nicht von einer üblichen Lernplattform oder etwa einem Computer ausgegangen, sondern das Hauptaugenmerk lag bei einem Spielzeug mit integrierten Lernapplikationen. Dieses Tangible Interface bildet somit einen sehr guten Kontext zwischen der integrierten Technik und dem Anwenderkreis Kinder. [Terrenghi et al., 2006]



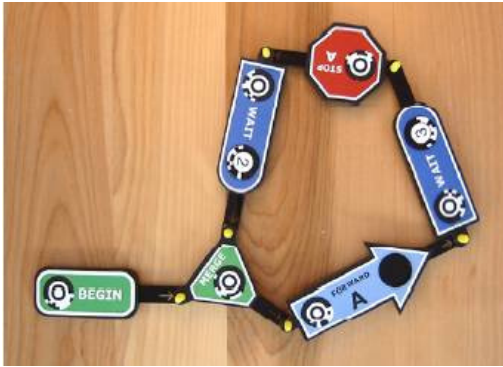


Abbildung 35: Ein "Merge Statement" erzeugt einen Loop im Programm

Diese „tangible“ Programmiersprachen sind noch nicht im kommerziellen Bereich erhältlich. Sie werden zum momentanen Zeitpunkt fast ausschließlich im Forschungsbereich verwendet. Der beschränkte Sprachumfang und die kaum vorhandenen Integrationsmöglichkeiten (fehlende Schnittstellen) in andere Systeme sind einige der Hauptfaktoren für die geringe Benutzerakzeptanz. [Horn et al., 2007]

### 4.3 Anwendungen im Musikbereich

Im Bereich Musik gliedern sich TUI-Anwendungen im Anwenderkreis Kinder in folgende drei größere Gruppen:

- Abspielen von Musik in unterschiedlichsten Formen (Sequenz)
- Musik / Ton Aufnahmegeräte
- Kombination aus Aufnahme- und Abspielgerät

Die Realisierung der Anwendungsmethoden im Bereich Musik stellt ein sehr breit gefächertes Sortiment dar. Die wichtigsten Anwendungen werden in diesem Kapitel detailliert behandelt.

Einleitend werden auf Grund der Analogie in den Ablaufsteuerungen zu „TUI Anwendungen im Musikbereich“ auch einige interessante „Storytelling“ Anwendungen vorgestellt. Hier erzählen Kinder Geschichten, welche vom System in Form von Audio Sequenzen erfasst, verarbeitet und wiedergegeben werden. Die Vorgabe von

Rahmenhandlungen erfolgt in den meisten Fällen durch die Gestaltung physischer Objekte. Sehr wertvolle Aufgaben von Storytelling sind zum Beispiel das Einleiten von Denkprozessen, die Vermittlung von Lebenserfahrung oder auch das Aufzeigen von Problemlösungen.

### 4.3.1 StoryMat

Kollaboratives Geschichtenerzählen spielt eine wichtige Rolle im Kindesalter. Das Anhören von Erzählungen und gemeinschaftliches Erarbeiten von Geschichten oder anderen Aktivitäten steigern sprachliche Fähigkeiten. In der heutigen Zeit sind Computer selbst für unsere jüngste Generation ein nicht mehr wegzudenkendes Instrument in vielen Anwendungsbereichen. Trotzdem gibt es im Bereich der Sprachaufnahme bzw. Sprachwiedergabe kaum computerunterstützte Systeme, speziell im kollaborativen Kontext.

Der Prototyp besteht aus einer Matte (Abbildung 36), welche mit unterschiedlichsten Grafiken versehen ist und einer Funkmaus mit „Ultrasinic Triangulation“ Technik. Diese Maus ist in einem Plüschtier eingebettet und so für die Anwender nicht direkt sichtbar. Wird das Plüschtier an gegebenen Stellen gedrückt, so löst man intern einen Button-Klick der Maus aus. Ab diesem Zeitpunkt wird sowohl via Mikrofon eine Sprachaufzeichnung als auch eine Speicherung der Koordinaten, welche mit dem Plüschtier auf der Matte passiert wurden, durchgeführt. Dies ermöglicht eine genaue Zuteilung von Sprache zu Koordinaten. Lässt man das Plüschtier los, so wird die Aufzeichnung beendet. Falls jedoch an dieser Stelle bereits Erzählungen stattfanden, so wird nun vom System eine Animation des Plüschtiers mittels Projektor auf der Matte abgespielt. Dazu wird auch die passende Geschichte wiedergegeben. Unterbricht man eine Wiedergabe durch Aktivieren der Maus, so wird an die bestehende Aufzeichnung angeschlossen.

Mit diesem System ist also ein kollaboratives Erzählen und Anhören von Geschichten möglich. Wobei das Denken stark gefordert wird, da diese Wechselwirkung von Zuhören und Sprechen durchaus schwierig ist. Es hilft jedoch kleinen Kindern in der

sprachlichen Entwicklung und auch beim Training von Konzentration. [Ryokai et al., 1999]

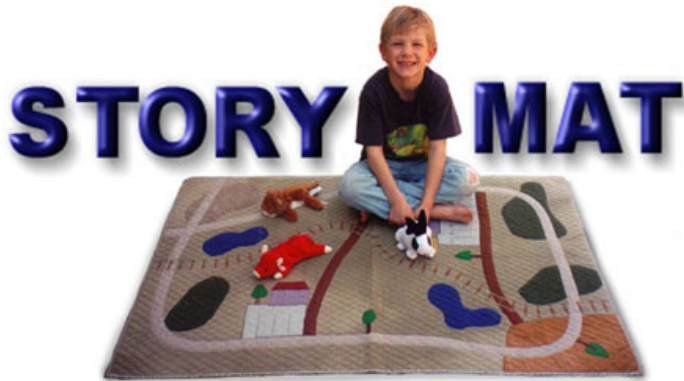


Abbildung 36: StoryMat

### 4.3.2 Animal Blocks

Animal Blocks (Abbildung 37) besteht aus einem Buch, einer Spielfläche (sichtbarer Bereich vor dem Buch dargestellt), einer Tastatur und kleinen Holzfiguren, welche Formen von Tieren (zum Beispiel Fuchs oder Vogel), oder Naturalien (etwa Baum oder Wasser) repräsentieren. Die Konturen der Objekte werden durch eine Videokamera erfasst und über einen Projektor visuell wiedergegeben. Kinder können nun ihre Geschichten sowohl deskriptiv durch Eingabe auf der Tastatur, als auch graphisch durch platzieren der gewünschten Holzfiguren auf der Spielfläche in das Buch schreiben. Es findet eine Assoziation zwischen Text und physischen Objekten statt, wobei beides visuell auf der aktuellen Buchseite dargestellt und auch abgespeichert wird. Kinder können somit ihre eigenen Geschichten unter der Nutzung physischer Elemente in Wort und Bild beschreiben.

Ziel ist es, Kinder anzuregen, ihre mündlichen Geschichten über physische Objekte in schriftliche Darstellungen zu bringen. Es wird also eine Beziehung zwischen Geschichtenerzählen und Lese- beziehungsweise Schreibfähigkeiten hergestellt. [Ryokai, K., 2001]



Abbildung 37: Animal Blocks

### 4.3.3 SoundBlocks

SoundBlocks ist ein Tangible Interface, in dem junge Anwender Blöcke zusammenschließen, um den Netzdatenfluß darzustellen. Das System beschreibt digitale Manipulation von Musik als persönliche, sinnvolle und spaßhafte künstlerische Bemühung, anstatt als Wagnis in mathematische, elektronische oder netzwerktechnische Abhängigkeiten. Durch ihre eigene Neugier können Kinder so ihre eigenen Töne entwerfen, indem sie das SoundBlocks System stückweise erforschen. Wenn sie so arbeiten, lernen sie indirekt über Netze, Mathematik, Synthesizer und Sequenzer. Das System verschiebt somit den Fokus weg vom generierten Produkt hin zum Prozess, welcher während der Entwicklung stattgefunden hat. [SoundsBlocks]

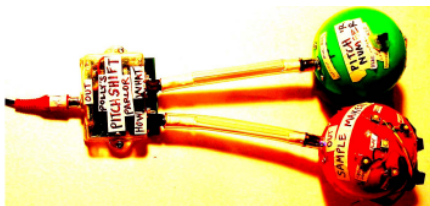


Abbildung 38: SoundBlock Modul

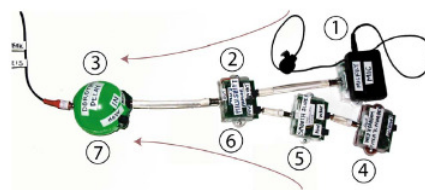


Abbildung 39: SoundBlock Baum

Das gesamte System besteht aus „zusammenstecken“ von Einzelmodulen. Diese Einzelmodule (Abbildung 38) besitzen jeweils einen Ausgang und 0 bis 4 Eingänge, und es gibt sie in unterschiedlichsten Ausführungen passend für die jeweilige Anforderung. Weiters sind an jedem Modul LEDs für die Statusanzeige und für die Datenflussanzeige angebracht. Je nach Ausführung kann das Modul unterschiedlichste Elemente wie etwa Mikrophon, Taster, Anzeigen oder ähnliches beinhalten. Jedes Modul

bekommt ein eindeutiges Identifizierungszeichen (ID) (vergleichbar mit einer Media Access Control (MAC) Adresse) zugewiesen, um vom Host eindeutig erkennbar zu sein. Zentrale Wurzel eines gesteckten Baumes (wie in Abbildung 39 zu sehen) ist ein sogenannter HostBlock, dieser bildet die Schnittstelle zum Rechner. Der Host überprüft im  $\frac{1}{4}$ -Sekundentakt das Netzwerk über etwaige Änderungen. Wird ein neues Modul erkannt, so wird über die ID das Gerät identifiziert und gleichzeitig die Erlaubnis über etwaige ausführbare Aktionen erteilt.

Nun ist es möglich, eigene akustische Laute aufzunehmen und diese gemeinsam mit anderen Musiktönen abspielen zu können. Durch Umstecken können nun die Musiksequenzen manipuliert werden. Kinder lernen somit eine neue Art von Komponieren kennen. Der modulare Systemaufbau eignet sich gut für kollaborative Tätigkeiten, wodurch Gruppenarbeiten (Abbildung 40) gefördert werden.

Soundblocks wird auch als Programmiersprache für Sound bezeichnet, da der Anwender seinen Code über die Entwicklung der Netzwerktopologie schreibt. [Harrison, 2005]

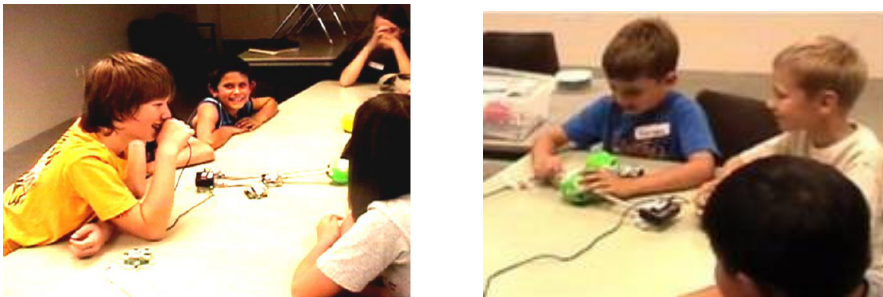
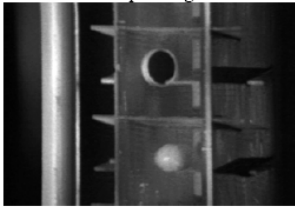


Abbildung 40: SoundBlocks Gruppenarbeiten

#### 4.3.4 Marble Track Sequencers

Die Idee von „Marble Track Sequencers“ war es, mit Hilfe von „laufenden“ Murmeln Musiksequenzen zu erzeugen. Schon in den frühen fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde im Eames Office in Santa Monica ein ohne elektronische Unterstützung auf Murmeln basierendes Sequenzer System entwickelt. Dieser Turm

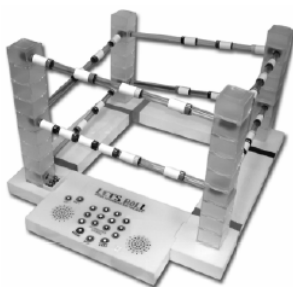
hieß „Musical Tower“ (Abbildung 41) und bestand aus Xylophone Platten, welche beim Aufprall einer Murmel akustische Töne wiedergaben.



**Abbildung 41: Musical Tower**

Das „Marble Track Sequencer“ Projekt beinhaltete zwei Prototypen. Einen einfach aufgebauten Turm mit zentralem Synthesizer und ein System mit dezentralem Synthesizer.

Der erste Prototyp (Abbildung 42) besteht aus vier Türmen, welche an transparente Rohre gekoppelt sind. Diese sind wiederum mit dem zentralen Synthesizer verbunden. Auf den Rohren werden nun kleine färbige „Pipes“ aufgesetzt, welche beim Passieren einer Murmel wie ein Schalter funktionieren und so ein Signal zum Synthesizer durchschalten. Dieses wertet der Synthesizer aus und überträgt die entsprechende Tonfolge an die angeschlossenen Musikboxen. Die Färbung der Pipes kennzeichnet die unterschiedlichen Töne, und die Distanz zwischen zwei gesteckten Pipes gibt die Dauer der Tonfolge an. [Fischer et al., 2006]



**Abbildung 42: Erstes Marble Track Design**

Da die systemweite Busversorgung eine gewisse Einschränkung darstellte, versuchte man bei dem zweiten Prototypen (Abbildung 43) ein dezentrales System aufzubauen. Jedes dezentrale Modul (Abbildung 44 links) hat einen eigenen Synthesizer, an der



Oberseite einen Schalterkontakt, einen Minilautsprecher und 3 Slots zur Verfügung. Diese Slots können nun mit Steckkarten bestückt werden. Jede Steckkarte beinhaltet ein bestimmtes Bitmuster, welches wiederum eine Tonfolge repräsentiert. Für die genaue Zuteilung gibt es eine Farbcode Scheibe (Abbildung 44 rechts). Jedes Modul kann nun an beliebiger Stelle an einer Metallspirale angebracht werden. Wird ein Schaltkontakt durch das Passieren einer Murmel geschlossen, so wird das gesteckte Tonfolgenmuster abgespielt. [Fischer et al., 2006]

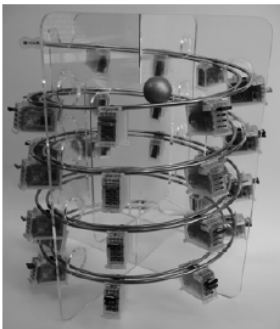


Abbildung 43: Zweiter Prototyp

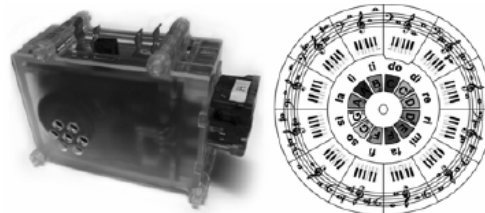


Abbildung 44: Dezentrales Modul und Farbcode Scheibe

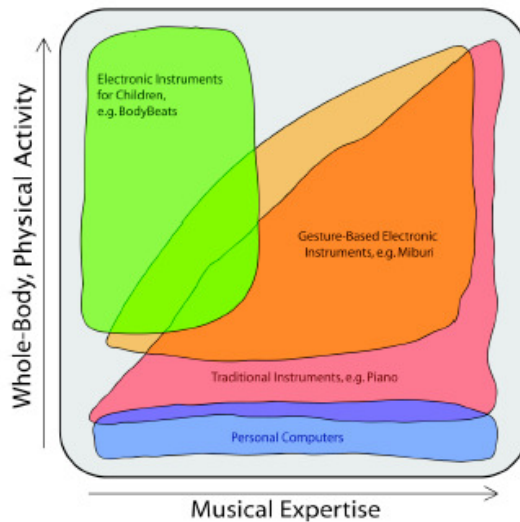
„Marble Track Sequencers“ stellen somit einen aktiven Zugang zu theoretischen Konzepten in der Musik bereit.

### 4.3.5 BodyBeats

Das BodyBeats Suite Projekt hatte die Erstellung von Tangible Interfaces für Kinder zur Komposition von Musik mit dem Einsatz „ganzkörperlicher“ Aktivitäten zum Ziel. Die entwickelten Prototypen helfen den Kindern beim Erkennen, Nachahmen und Erstellen einzelner Muster. Sie ermöglichen nun zusätzlich zur üblichen Mustererkennung über Hören und Sehen auch das Ausdrücken durch körperliche Aktivitäten.

BodyBeats stellen durch diese „ganzkörperlichen“ Bewegungen eine neue Dimension in dem Bereich elektronische Instrumentalmusik dar. Abbildung 45 zeigt das Verhältnis von musikalischen Grundkenntnissen zur körperlichen Betätigung im Bezug zu herkömmlichen Instrumenten und elektronischen Interfaces wie BodyBeats. Traditionelle Instrumente erfordern ein viel höheres musikalisches Vorwissen und kaum

körperliche Anforderungen, während BodyBeats ohne viel Hintergrundwissen aus dem musikalischen Bereich annehmbare Musiksequenzen erzeugen lassen. Diese Eigenschaft ist auch der größte Vorteil gegenüber herkömmlichen Instrumenten, und es ermöglicht somit schon Kindern im sehr frühen Alter sich damit zu beschäftigen. [Zigelbaum et al., 2006]



**Abbildung 45: Gegenüberstellung: musikalische Grundkenntnisse und körperliche Aktivitäten**

Im Rahmen des Projekts BodyBeats wurden die Prototypen TrampleBeats, MixMatrix und Ringalings entwickelt. Sie unterscheiden sich durch unterschiedlichste körperliche Betätigung, haben jedoch alle die gleichen technischen Möglichkeiten zur Erzeugung von Musiksequenzen.

### TrampleBeats

TrampleBeats bestehen aus einem handelsüblichen Trampolin (Abbildung 46) mit einer integrierten Kontaktmatrix und einer speziellen Sohle, welche an der Fußsohle angebracht wird. Das Trampolin ist so gegliedert, dass jedes Matrizenelement unterschiedliche Töne erzeugt. Springt man nun auf dieser Oberfläche, werden Tonsequenzen erzeugt und gleichzeitig aufgezeichnet. [Zigelbaum et al., 2006]

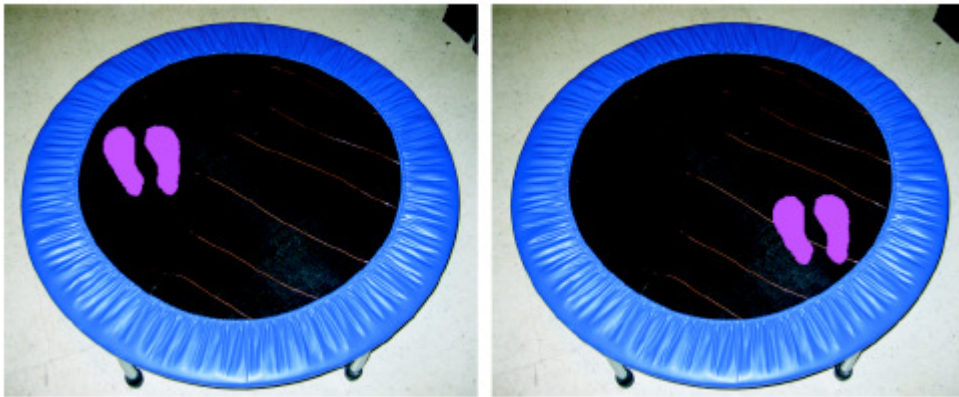


Abbildung 46: TrampleBeats

### MixMatrix

MixMatrix (Abbildung 47) ist eine Wand, welche mit 32 Soft-Buttons ausgestattet ist, wobei jeder Button einen anderen Ton erzeugt. Die rastermäßige Anordnung erlaubt es, dass mehrere Personen gleichzeitig Musik erzeugen können. Das Resultat sind wiederum Musiksequenzen, wobei sich einzelne Töne bei gleichzeitigem Drücken überlagern können. [Zigelbaum et al., 2006]



Abbildung 47: MixMatrix

### Ringalings

Ringalings (Abbildung 48) „verwandeln“ im Gegensatz zu TrampleBeat und MixMatrix den Anwender selbst zum Instrument. Der Prototyp besteht aus vier Schellen, welche um den Unterarm montiert werden, wobei jeder der beiden Unterarme jeweils eine stationäre Schelle und eine bewegliche Schelle umgehängt bekommt. Die stationäre Schelle löst bei entsprechendem magnetischen Kontakt mit der beweglichen Schelle ein

Signal aus. Dieses Signal wird wiederum ausgewertet und erzeugt einen Ton. Somit können unterschiedliche Bewegungen verschiedenste Tonfolgen auslösen und die entstehenden Musiksequenzen werden wiedergegeben oder aufgenommen. [Zigelbaum et al., 2006]



Abbildung 48: Ringalings

#### 4.3.6 Tangible Notes

Tangible Notes (Abbildung 49) ist ein interaktives Musikspielzeug, welches für Kinder im Vorschulalter entwickelt wurde. Das System besteht aus einem Glastisch mit angebrachten Notenlinien und „Notenpucks“ mit unterschiedlichen Farben. Bewegt man nun die Pucks auf dem Tisch über die Notenlinien, so wird dieses Verhalten mittels angebrachter WebCam erfasst. Diese Daten werden nun am Rechner in entsprechenden Musiksequenzen wiedergegeben. Diese Methode ermöglicht es Kindern schon im frühen Alter, die Position von Musiknoten zu erlernen, und zusätzlich durch direktes Eingreifen ihre eigenen Melodien zu komponieren. [Wang, 2006]

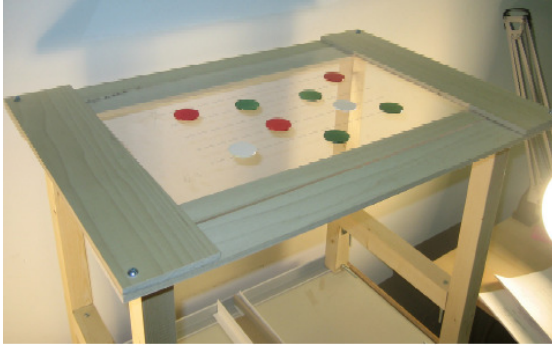


Abbildung 49: Tangible Notes

### 4.3.7 BachBlocks

BachBlocks ist ein Spiel, welches Kindern erlaubt, auf zwei dimensionaler Ebene Musik zu erzeugen. Abbildung 50 stellt die Systemarchitektur graphisch dar.

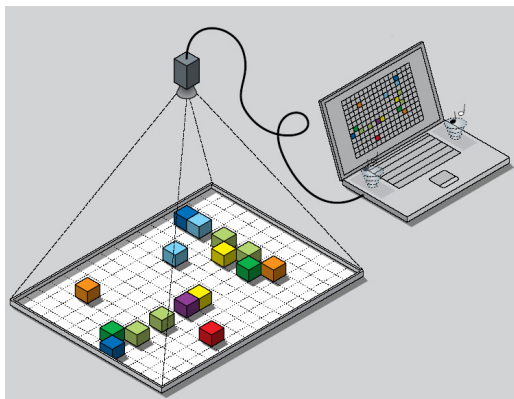


Abbildung 50: Bach Blocks System

Das System besteht aus einer Rasterplatte und einer Anzahl an unterschiedlich gefärbten Blöcken, welche durch aneinanderreihen adäquate Musiksequenzen erzeugen. Jede Farbe repräsentiert einen bestimmten Ton, wobei die Dauer durch entsprechende horizontale oder vertikale Anordnung (je nach Modus) mehrerer gleichfärbiger Blöcke verlängert werden kann. Das System ermöglicht vier Abspielmodi, jeweils zwei auf der x-Achse (von oben nach unten und umgekehrt), beziehungsweise der y-Achse (von links nach rechts und andersrum). Das Programm ermittelt über eine WebCam für jede Position eines Blocks die Farbe und somit den dazugehörigen Ton, beziehungsweise die Dauer (Anzahl gleichfärbiger Blöcke an derselben Stelle). Abbildung 51 zeigt links eine horizontale- und rechts eine vertikale Abspielfolge. Eine geeignete Anordnung der

Blöcke kann auch auf beiden Achsen eine akzeptable Musiksequenz bewirken (Abbildung 51 Mitte). [Moon et al., 2004]

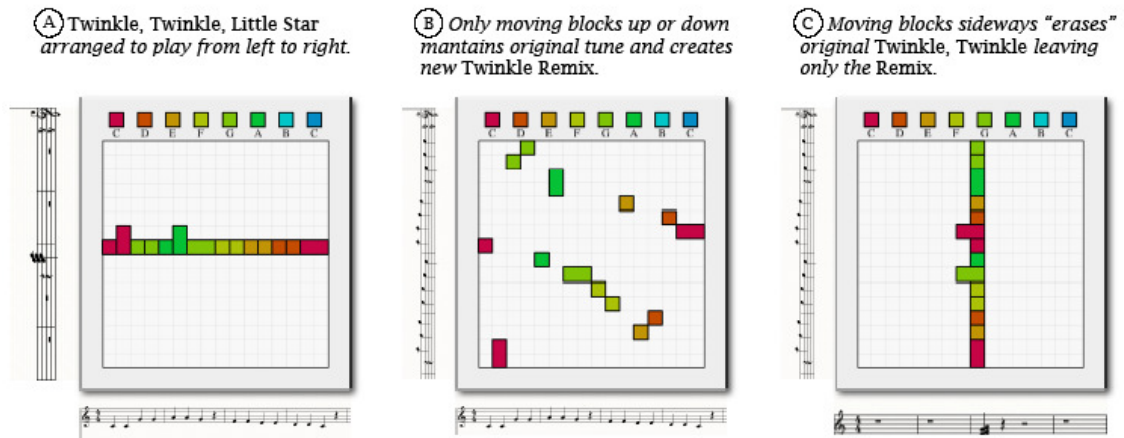


Abbildung 51: Bach Blocks Abspielmöglichkeiten

Dieses System ermöglicht es Kindern, ein zwei dimensionales Denken zwischen räumlichen und musikalischen Abhängigkeiten der Blöcke auf der Rasterplatte aufzubauen.

### 4.3.8 Soundgarten

Soundgarten ist ein Tangible Interface, welches es Kindern ermöglicht, durch Manipulation von physischen Spielzeug-Objekten Sound Samples auf effiziente Art und Weise aufnehmen, verändern und bereitstellen zu können. Es können auch vordefinierte Sound Samples zur Wiedergabe beziehungsweise Manipulation verwendet werden.

Soundgarten besteht aus pilzartigen Einzelteilen, welche Sound Samples repräsentieren. Kleine blumenartige Formen können auf die „Pilze“ gesteckt werden, um den Output Sound zu manipulieren. Eine Sonderform stellt das Aufnahmemodul dar, welches ein kleines Mikrophon zur Aufnahme von eigenen Sound Sequenzen eingebaut hat. „Flower-patch“ ist die zentrale Einheit zur Steuerung des Soundgarten Systems.

Das Soundgarten Interface (Abbildung 52) läuft auf einen Standard PC, wobei die Kommunikation zwischen PC und Interface über eine Drahtlosverbindung aufgebaut ist. Diese „Abschirmung“ des PCs entspricht auch dem Konzept von “Invisible and Embedded Computing“, wobei der Fokus völlig auf das Interface gerichtet ist und nicht auf die Ablaufprozesse am PC:

Im Vergleich zu herkömmlichen graphischen Sound-Software-Interfaces hat Soundgarten den Vorteil, dass es durch die haptisch-greifbare Eigenschaft und das räumliche Gefühl einen größeren Vorteil von humanen Basis Skills für Kinder ermöglicht. In Gegenüberstellung zu Windows Icons Menu Pointer (WIMP), dem derzeit dominierenden Grundkonzept moderner GUIs, ermöglicht Soundgarten Multi-User Aktivitäten. [Wolf, 2002]

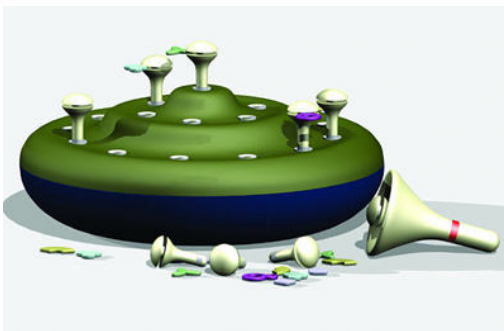


Abbildung 52: Soundgarten Interface

#### 4.3.9 Froggies

Froggies ist ein Prototyp, welcher aus einem Tisch mit integriertem Bildschirm besteht. Dieser Bildschirm dient als Arena für das virtuelle Leben. Kinder können mit diesen virtuellen Tieren spielen, indem die symbolischen Marker auf dem Tisch platziert und bewegt werden. Das Resultat ist ein musikalischer Rhythmus von Tiergeräuschen.

Die Tischoberfläche (Abbildung 53) wird mit einer hellblauen Hintergrundfarbe beleuchtet. Legt ein Kind nun ein Spielstück (auch Marker (Abbildung 54) genannt, zum Beispiel eine grüne Plastikmatte) auf den Tisch, so erscheint ein virtueller Frosch, welcher auch über die Soundanlage Geräusche von sich gibt. Die Taktlänge der

Geräusche wird durch die Abstände der Sprünge erzeugt. Die Kinder können nun mehrere Marker auf den Tisch legen, und somit werden weitere visuelle Tiere dargestellt, welche harmonische Musiksequenzen erzeugen.

Unterschiedliche Objekte „holen“ weitere Subobjekte auf den Tisch. So „zieht“ zum Beispiel die Blume den Vogel an und das Stück Käse die Maus. Innerhalb des Tisches ist ein CRT (Kathodenstrahlröhre) Schirm eingebettet. Eine Kamera ermittelt die Positionen jedes Spielstückes auf dem Tisch. Die Software bewegt dann das übereinstimmende Tier auf einen Weg, welcher durch jedes seiner zusammenpassenden Spielstücke festgelegt wird. Das Resultat ergibt einen wiederholenden musikalischen Rhythmus. [Nimoy, 2005]

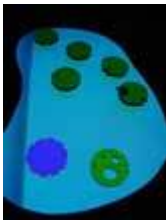


Abbildung 53: Froggies Tisch

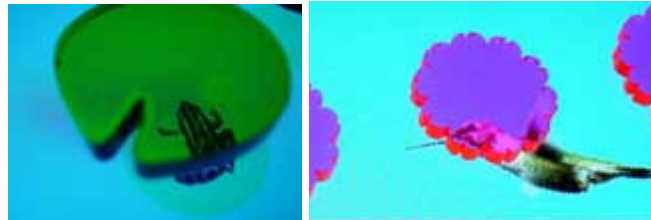


Abbildung 54: Symbolische Marker und virtuelle Tiere

Virtuelle Tiere reagieren auf Bewegungen mit physischen Spielstücken (Marker) auf dem integrierten Bildschirm.

#### 4.3.10 Clownsparcles

Im Rahmen des Projektes „Clownsparcles“ wurden Kleidungsstücke (Abbildung 55) mit speziellen Lichtsensoren versehen, welche durch Bewegung Signale aktivieren. Diese wiederum lösen am Remotesystem das Abspielen von bestimmten Tönen aus. Somit ist es auf einfache Art und Weise möglich, elektronische Musik zu erzeugen, ohne direkt ein Musikinstrument bedienen zu müssen. Darüber hinaus wird in Gruppenspielen das kollaborative Verhalten gefördert, da unterschiedlichste „Toneinlagen“ der „jungen Anwender“ erzeugt werden können. [Andersen, 2005]





Abbildung 55: Kleid mit angebrachten Sensoren

## 4.4 Kommerzielle Produkte

### 4.4.1 Zoundz



Abbildung 56: Zoundz Umgebung

Mit Zoundz der Firma Zizzle<sup>3</sup> ist es möglich, selbst komponierte Musik mit Lichteffekten in ihrer Darstellung zu verstärken. Das System (Abbildung 56) besteht aus einer Spieloberfläche und einer Vielzahl an „Sound Objekten“, welche jeweils mit drei unterschiedlichen Musiksequenzen und verschiedenfarbigen Lichteffekten ausgestattet sind. Diese innovativen Eigenschaften sollen dem Anwender als zusätzliche Inspiration dienen. Durch kreatives Anordnen der Objekte auf der Spieloberfläche werden unterschiedlichste musikalische Kompositionen mit entsprechenden optischen Effekten erzeugt.

---

<sup>3</sup> <http://www.zizzle.com>, abgerufen am 22.08.2008

#### 4.4.2 Yamaha music table

Die Firma Yamaha<sup>4</sup> entwickelte das sogenannte „Table top“ Musikinstrument (Abbildung 57). Dieses besteht aus einem Tisch mit eingebetteten Trommel Pads. Durch Drücken solcher Pads werden unterschiedliche Soundsequenzen ausgegeben. Die kreisförmige Anordnung erlaubt es nun mehreren Anwendern gleichzeitig zu arbeiten, was wiederum die Teamfähigkeit fördert.

Dies ist eine weitere Methode, mit der Kinder schon im frühen Alter ihre eigenen Musikstücke auf sehr einfacher Weise komponieren können. Der herkömmliche Tisch wird also zum Musikinstrument.



Abbildung 57: Yamaha music table

#### 4.4.3 Fisher Price play zone music table

Die Firma FisherPrice<sup>5</sup> entwickelte eine Vielzahl an Spielwaren, welche von der Art und Weise dem TUI Konzept schon sehr nahe kommen. Ein bekannter Vertreter davon ist der „play zone music table“ (Abbildung 58). Durch Stecken von „tangible Objekten“ am Tisch oder Drücken von eingebauten Schaltern werden unterschiedliche Musik Sequenzen abgespielt.

---

<sup>4</sup> <http://www.yamaha-europe.com>, abgerufen am 22.07.2008

<sup>5</sup> <http://www.fisher-price.com>, abgerufen am 22.07.2008



Abbildung 58: play zone music table

## 4.5 Zusammenfassung

Die Vielzahl an existierenden TUI-Anwendungen für Kinder basiert auf dem Grundprinzip von „tangible Bits“, dem Anwender greifbare Objekte als Schnittstelle zu digitalen Prozessen bereit zu stellen. Einen wesentlichen Unterschied zu herkömmlichen TUI-Anwendungen stellt die spielerische Gestaltung dar. Dies ist unter anderem notwendig, um Kinder von der Anwendung überzeugen zu können und eine kooperative Basis im Evaluierungsstadium zu haben. Bereits während der Entwicklung muss eine hohe Priorität auf die Einfachheit und Überschaubarkeit der Bedienung gelegt werden. Ergonomische Formen ermöglichen einen schnelleren Lernprozess in der Handhabung, da hier bereits im Vorfeld Fehlbedienungen ausgeschlossen werden können. Aktive Gruppendynamik ist ein weiteres wichtiges Messkriterium. Anwendungen, welche Gruppenarbeiten ermöglichen, werden meist ausgiebiger in ihrem Funktionsumfang erprobt, da dabei Synergieeffekte entstehen.

Ein sehr beliebtes Anwendungsgebiet ist für Kinder der musikalische Bereich. Kinder haben ein sehr sensibles Wahrnehmungsgefühl und empfinden auch viel an musikalischen Ausdrücken. Des Weiteren liegt in der Musik ein hohes Potential, Kinder zu beeindrucken und zu animieren. Aus diesem Grund gibt es auch sehr viele TUI-Anwendungen zum Abspielen und Manipulieren von Musiksequenzen. Deren Ausführungen unterscheiden sich in ihren optischen Erscheinungsbildern, den damit verbundenen Prozesssteuerungen und einigen anderen Faktoren, wie etwa der Bereich der Anwendergruppen oder Komplexität.

Der Kreativität sind auf dem Gebiet von TUI-Anwendungen keine Grenzen gesetzt, wobei hier die Entwicklungskosten und der Realisierungsrahmen sehr wohl Limits setzen.

## 5 Designmethoden für Applikationen für Kinder

Die Entwicklung von Kinderprodukten bedarf in den meisten Fällen eines erhöhten Aufwands, da die Anforderungen oft sehr speziell ausfallen können. Selbst wenn Kinder oft nur auf Grund ihres noch geringeren Allgemeinwissens oder fehlender Routine im Allgemeinen als „einfache“ Anwendergruppe eingestuft werden, sollte man nicht meinen, der Design-Prozess würde sich vereinfachen. Nur weil Kinder klein sind, bedeutet es nicht, dass dies keine Herausforderung für die Entwickler darstellen würde.

### 5.1 Unterschiede zu traditionellen Designmethoden

In den letzten Jahren wurden einige wirkungsvolle Designmethoden entwickelt, welche den Benutzer direkt in den Entwicklungsprozess einbinden. Bekannte Vertreter sind „cooperative design“, „participatory design“ und „contextual inquiry“. [Read, 2006] Die Endbenutzer nehmen Tätigkeiten als Tester, Beobachter, oder auch Forschungsmitglied in der Entwicklungsphase aktiv wahr. Kinder werden vor allem als Prototypen-Tester in Workshops eingesetzt, wobei die Erfahrungen zeigten, dass diesen Evaluierungsprozessen Grenzen gesetzt sind, da die Kleinen spezielle Anforderungen haben. Herkömmliche Methoden, welche im Altersbereich von Volljährigen zum Einsatz kommen, können hier nicht angewendet werden. Grund hierfür ist vor allem die fehlende Erfahrung, welche in den einzelnen Methoden durchaus ein Basiswissen von Erwachsenen voraussetzt. Bestehende Designmethoden, die den Benutzer direkt in den Entwicklungsprozess aktiv einbinden und auf den Erwachsenenpersonenkreis abgestimmt sind, können also nicht in gleicher Weise für Kinder angewendet werden. Aus diesem Grund müssen Adaptierungen stattfinden, welche dem Verständnis, Grundwissen und Entwicklungsstand von Kindern entsprechen. [Druin, 1999]

## **5.2 Cooperative Inquiry als spezielle Methode**

Um auf den Realisierungsprozess von Applikationen für Kinder tiefgründig eingehen zu können, müssen speziell entwickelte Designmethoden angewendet werden. Ein wichtiger Vertreter ist hier „Cooperative Inquiry“ (CI), was im Deutschen etwa einer „kooperativen Erhebung“ (kooperativ mit dem Anwenderkreis Kinder) gleich kommt. Diese Methodik ist in erster Linie ein Versuch und steht unter dem Fokus „Entwicklung neuer Technologien für Kinder von Kindern“.

### **5.2.1 Grundlegende Aspekte**

CI basiert auf den drei entscheidenden Aspekten „Multidisciplinary Research Partnership with Users“, „Field Research: context, activities and artifacts“ und „Iterative Low-tech and High-tech Prototyping“, welche im Bereich „Human Computer Interaction“ (HCI) verankert sind.

#### **Multidisciplinary Research Partnership with Users**

Die enge Zusammenarbeit von Entwickler und Endbenutzer ist in allen Projektphasen ein wichtiger Punkt. Essentiell sind hierbei das Verständnis der Wünsche und Bedürfnisse der Anwender und auch das kollaborative Zusammenspiel aller Beteiligten. Dies bedeutet das volle Einbinden der Endbenutzer in Form von Trainings und aktiver Kooperation sowie Teilnahme und Entscheidungsrecht in den Entwicklungsprozessen. Nicht zu unterschätzen ist hier die Koordination, da viele Abläufe parallel stattfinden und somit Überschneidungen ein höheres Risiko zur Entstehung von Designfehlern bedeuten können.

### **Field Research: context, activities and artifacts**

Dieser Aspekt wird in der Methode „Contextual Inquiry“, welche Teil des „Contextual Design Process“ ist, behandelt. Ein wichtiger Gesichtspunkt in CI ist es, die genauen Bedürfnisse des Anwenders auf Grund seiner Umgebung zu kennen, denn diese Eigenschaften bilden einen sehr wichtigen Kontext des Endbenutzers.

Ein Forschungsteam beobachtet und analysiert das Umfeld der Anwender, ihrer Aktivitäten, kulturellen Beziehungen, Kommunikation und Artefakte. Hilfsmethoden wie etwa Diagramme oder Modellbeschreibungen dienen hier zur Vermittlung eines besseren Verständnisses auf beiden Seiten. Dieses „Sammeln“ von Eigenschaften der Endanwender ist vor allem im Anwenderkreis Kinder enorm wichtig. Denn in dieser Altersgruppe reichen abstrakte Beschreibungen auf Grund ihres mangelnden Informationsgehalts meist nicht aus.

### **Iterative Low-tech and High-tech Prototyping**

Als dritter wichtiger Punkt gilt das Prototyping. Hier können Anwender sehr gut die ersten Eindrücke über das Produkt gewinnen. Da Kinder meist pragmatisch orientiert sind, bilden hier Prototypen eine sehr hilfreiche Grundlage.

Low-tech Prototyping beinhaltet die erste Phase, welche sehr einfach im Aufwand gehalten wird und daher sehr kostengünstig zu konstruieren ist. Diese Art von Prototypen bilden auch die Grundlage für das später folgende High-tech Prototyping, wo schon viel detaillierter auf die Materie eingegangen wird.

## **5.2.2 Angewandte Methodologie**

CI beinhaltet die drei Methoden „Contextual Inquiry“, „Participatory Design“ und „Technology Immersion“, welche nun im Detail beleuchtet werden.

## Contextual Inquiry

Hier werden Verhaltensmuster während der Ausführung von Aktivitäten in einem gewohnten Umfeld aufgezeichnet und analysiert. Der Personenkreis wird von Erwachsenen und Kindern gebildet, wobei die Durchführungen in ausgewählten, den Kindern vertrauten Räumlichkeiten stattfinden. Es wurde festgestellt, dass Kinder in ihrer gewohnten Umgebung entfesselter reagieren und sich somit nicht beeinträchtigt fühlen.

Der Versuch eines gemeinsamen Konzeptes zur Sammlung von Informationen für Erwachsene und Kinder schlug in einer Versuchsreihe fehl. Ursache sind die unterschiedlichen Ansätze zur Aufzeichnung von Daten, da Kinder immer die graphische Komponente mit eingebundenem Text bevorzugen, während Erwachsene eher in die Richtung zu tabellarischen Niederschriften tendieren. Hintergrund ist, dass sich Erwachsene mehr Detailinformationen notieren wollen, Kinder jedoch viele Details im Kopf behalten und sich nur Referenzpunkte aufschreiben. Abbildung 59 zeigt Notizen eines Kindes und Tabelle 1 stellt ein Diagramm eines Erwachsenen der gleichen Aufgabenstellung dar.

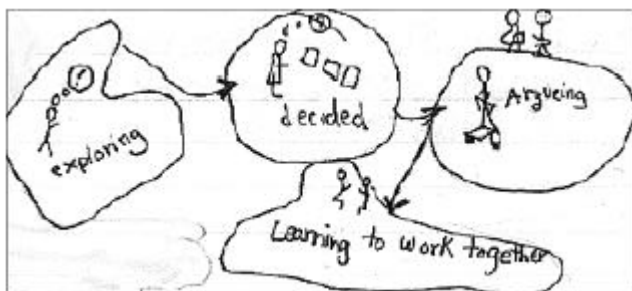


Abbildung 59: Contextual inquiry Notizen eines Kindes



RAW DATA			DATA ANALYSIS		
Time	Quotes	Activities	Activity Patterns	Roles	Design Ideas
39:20	„I want the playing one“.	Child clicks on the scared cat and tries to take out another one. It doesn't work.	Difficult with mouse dragging.		Look for alternative input devices of don't use dragging with a mouse.
39:50	“Awww: The kitten was afraid.”	Child clicks on another basket with a cat.	Tells stories about actions on screen	Storyteller	Offer children storytelling opportunities with technology.
40:20	“Which one's the playful one?”	Child looks for a playful cat.	Child knows what she likes.	Searcher	
41:00	“I don't want to name my kitty”	Child doesn't name her cat when prompted to by the computer.	Child knows what she likes.		
41:30	“That's to give milk”	Child clicks on different icons to see what they do.	Tests out what can be done.	Explorer	Make technology easy to explore.

**Tabelle 1: Contextual inquiry Diagramm von einem Erwachsenen**

## Participatory Design

Diese Methode besagt, dass Kinder (Anwender) und Erwachsene (Entwickler) sehr eng im Entwicklungsprozess zusammenarbeiten müssen. Hier gibt es auf Seite der Erwachsenen immer wieder eine Ungewissheit über den Grad der kollaborativen Tätigkeiten. Im genauen wissen sie oft nicht, wie viel sie die Kinder selbst entscheiden lassen sollen, und ab welchem Punkt sie eingreifen müssen um das Hauptziel, die gemeinsame Erarbeitung nicht zu verfehlen. Hier gilt die wichtige Regel, dass beide Seiten in jeder Angelegenheit zu einem Kompromiss kommen sollten. Es müssen sowohl die Kinder, als auch die Erwachsenen ihre Anliegen im Design-Prozess vorbringen können.

## Technology Immersion

Diese Methode gibt darüber Auskunft, wie sich das Verhalten und die Anforderungen von Kindern ändern, wenn sie in einer Umgebung von sehr vielen technischen Geräten Gebrauch machen können. Meistens haben Kinder nur eine kleine Anzahl an Geräten zur Verfügung, mit denen sie sich beschäftigen können. Hier ist sehr schnell ein gewisser Sättigungsgrad an Streben nach neuem Wissen erreicht. Gibt man den Kindern jedoch die Möglichkeit, sich mit einer großen Anzahl an verfügbaren Techniken zu

beschäftigen, so wird sich auch das Verhalten ändern. Sie sollen nicht nur einzelne Geräte bedienen können, sondern müssen nun auch die Entscheidung treffen, welches Gerät für die einzelnen Handlungen eingesetzt wird. Zur Frage „Wie bediene ich?“ kommt nun „Welches Gerät verwende ich?“ hinzu. [Druin, 1999]

### 5.2.3 Praxisbeispiele

Die beiden folgenden Projekte demonstrieren die praktische Anwendung des CI Prozesses, wobei beide zum Storytelling verwendet werden. Zu Projektbeginn war die Anwendung von CI noch ungewiss, da die Prozesse sehr oft abgeändert wurden. In späterer Folge zeichnete sich durchaus ein Erfolg in deren Anwendung ab. Der Fokus lag also nicht bei der verwendeten Technologie, sondern bei der Durchführung bestimmter CI Abläufe.

#### **KidPad**

KidPad besteht aus einem Drawpad, ausgestattet mit speziellen Zeichenobjekten und Verbindungskomponenten. Weiters ist es ein Storytelling Tool, mit welchem Kinder Geschichten im kollaborativen Stil graphisch erzeugen können, dies jedoch unter Anwendung von CI Methoden wie Contextual Inquiry. Kinder können hier ihrer Fantasie freien Lauf lassen und so wichtige Elemente und deren Zusammenhänge zeichnen bzw. mündlich in Form von Geschichten erzählen. Auf diese Weise wird es den Erwachsenen ermöglicht, wichtige Informationen und Verhaltensmuster von Kindern wahrzunehmen, wobei hier zur Beobachtung Videoaufzeichnungen zu bevorzugen sind, da Kinder bei Anwesenheit Erwachsener, auf Grund der Autorität dieser, eingeschränkter agieren.

Im Unterschied zur traditionellen Applikation können hier Referenzen zwischen mehreren gezeichneten Story-Objekten aufgezeigt werden. Dieses „Zooming“ ermöglicht eine Darstellung der Zusammenhänge einzelner Objekte in visueller Form. Die Anwender wissen zu jedem Zeitpunkt, wo sie sich befinden und welchen Weg sie

gehen. Im Unterschied zu verlinkten Objekten wie etwa Hyperlinks im Word Wide Web (WWW) bleibt der Kontext also sichtbar erhalten.

Abbildung 60 zeigt eine KidPad Darstellung mit einem gezeichneten Auge, welches spezielle Fähigkeiten hat, um Fragen zu „sehen“.

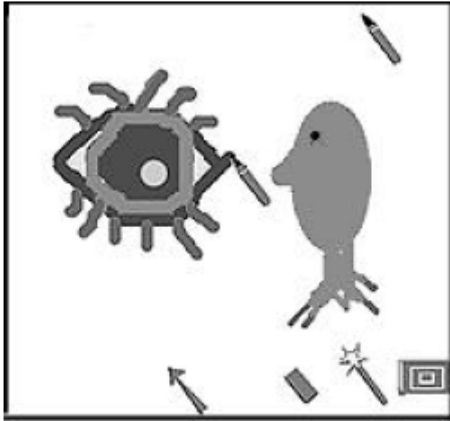


Abbildung 60: "Auge" in KidPad

## PETS

Personal Electronic Teller of Stories (PETS) (Abbildung 61) ist ein ähnliches Storytelling Tool, mit dem Unterschied, dass hier physische Objekte verwendet werden. Es ermöglicht Kindern fantasievolle Tiere zu bauen, welche in weiterer Folge ihre Geschichten zum Ausdruck bringen können. Auch hier kommen Methoden aus CI zum Einsatz. Indem hier die Anwender physische Objekte erstellen können, wurden im Rahmen des Projekts auch participatory Design Sessions gehalten, mit anschließendem low-tech Prototyping. Zum Schluss unternahm man auch noch ein high-tech Prototyping wo schon komplexere „Tiergestalten“ entwickelt wurden. Dieses Projekt entwickelte sich unter Anwendung vieler Elemente der CI, wobei die einzelnen Phasen genau analysiert und als Vorgabe für nachfolgende Schritte dienten. [Druin, 1999]



Abbildung 61: PETS Tier

### 5.3 Design-Prozess

Die Qualität vom Endprodukt hängt sehr stark von der Spezifikation und somit von der Sorgfalt der Anforderungsanalyse ab. Selbst in der Industrie wird immer wieder der Fehler gemacht, zu wenig an Informationen vom Auftraggeber einzuholen. Dies hat meist in einem späteren Stadium des Design-Prozesses gravierende negative Folgen, was sich wiederum in einer enormen Kostenexplosion im Falle von Redesignaktivitäten niederschlägt.

Kinder werden während der Entwicklungsphasen zu verschiedenen Zwecken in aktuelle Design-Prozesse eingebunden. Hierfür gibt es eine Unterteilung der Art von Tätigkeiten in unterschiedliche Rollen (Abbildung 62). [Druin, 2002]

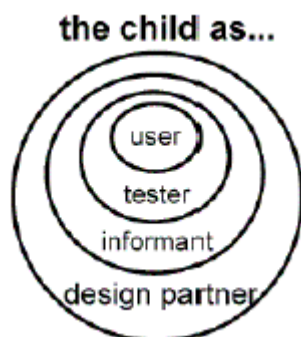


Abbildung 62: Rollen von Kindern im Design-Prozess

Kinder haben einen sehr ausgeprägten Drang zum „Ausprobieren“ von Features. Sie wollen spontan Ergebnisse erkennen und wiederholen sehr oft ihre Testaktivitäten, bis sie zu einem für sie zufriedenstellenden Ergebnis gelangt sind. Genau dieses Verhalten ist ein wichtiger Aspekt und sollte daher schon im Design-Prozess mit eingeplant sein. Es hat auch den Vorteil, dass schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Entwicklungsphase Testresultate von Prototypen zur Verfügung stehen. Um die Kinder mit entsprechender Motivation einbinden zu können, bedeutet es auch, das Produkt ansprechend, robust und einfach zu gestalten. [Halgren et al., 1995], [Read, 2006]

Egal ob Kinder direkt in dem Design-Prozess eingebunden sind oder nicht, ist es sehr ratsam, sich Wissen aus der vorhandenen Literatur über das Designen von Applikationen für Kinder anzueignen. Vor allem die Vorlaufzeit wird durch ein bereits aufgebautes Vorwissen stark reduziert. Diesen zeitlichen Vorteil kann man in späteren Entwicklungsphasen zur Qualitätsoptimierung nutzen, um auch die Nachhaltigkeit eines Produkts gewährleisten zu können.

## **5.4 Design Guidelines**

Sogenannte Design Guidelines sind sehr weit verbreitet und werden auch von Entwicklern sehr oft in Anspruch genommen. Es handelt sich hierbei um einen Leitfaden, der das Entwicklerteam in der Planungsphase unterstützt. Er beinhaltet Ratschläge, Prozessbeschreibungen, Erfahrungswerte von erfolgreich abgeschlossenen Projekten, Aufwandsabschätzungen und vieles mehr. Mit Hilfe solcher Guidelines soll zumindest vermieden werden, dass sich Fehler aus abgeschlossenen Projekten wiederholen. Viele Guidelines können jedoch nicht direkt angewendet werden, da sie entweder zu speziell oder zu generisch sind. In erster Linie stellen sie also Vorgaben dar, welche den Entwickler je nach Anforderung mehr oder weniger unterstützen.

Sehr häufig verwendete Design Guidelines stellen die folgenden fünf Gruppen dar:

- Guidelines für Produktentwicklung

Diese Gruppe stellt allgemeine Guidelines zur Verwendung in qualitativ hochwertigen Design-Prozessen als Unterstützung bereit. Beschrieben werden hier einzelne Vorgangsweisen in den Entwicklungsphasen, wobei der Fokus auf einheitlichen Vorgaben liegt. Die einzelnen Design Kriterien sind sehr breit gefächert und können nur bedingt vereinheitlicht werden. Trotz all dieser Umstände gibt diese Art von Guidelines sehr gute Anhaltspunkte zur optimalen Entwicklung von Produkten für Kinder. [Gilutz et al., 2002]

- Guidelines für Schnittstellen

Diese Gruppe von Guidelines gibt Aufschluss über die Entwicklung von Schnittstellen und kann auch als Untermenge aller anderen Gruppen angesehen werden. Grund hierfür ist der fast unabdingbare Zusammenhang einzelner Objekte und deren Abhängigkeit zwischen Produkt und Benutzer, sowie Produkt und anderen Komponenten. [Uden et al., 2000]

- Guidelines für Strukturen und Navigation

Hier werden vor allem WWW Applikationen behandelt, da auf diesem Gebiet einheitliche Strukturen und damit verbundene passende Navigationsmöglichkeiten gefordert sind. [Shneiderman et al., 1998]

- Guidelines für Hilfesysteme

Es ist auch nicht unwesentlich gut bedienbare Hilfesysteme bereit zu stellen. Einheitliche Erscheinungsbilder und benutzerfreundliche Bedienung sind sehr gefragt. Das Hilfesystem sollte auch auf einfache Handhabung sowie sprechende Gestaltung (zum Beispiel Bilder-Icons auf Buttons) besonderen Wert legen. [Gilutz et al., 2002]

- Guidelines für Webseiten

Da auch sehr junge Personen potentielle Nutzer des WWW sind, gilt es auch dieser Gruppe große Bedeutung zu zuordnen. Gerade junge Menschen (schon ab dem Vorschulalter) zeigen großes Interesse an diesem Medium. Viele Seiten im WWW sind jedoch nicht nach den Anforderungen dieser Anwendergruppe gestaltet worden. Kinder haben ganz andere Vorgangsweisen bedingt durch fehlendes Hintergrundwissen, aber auch durch den Drang etwas auszuprobieren, ohne dessen Auswirkungen abschätzen zu können. Dies hat unter anderem zur Folge, dass es hierfür eine große Anzahl an Design Guidelines gibt, welche auch zur Entwicklung allgemeiner Applikationen herangezogen werden können. [Gilutz et al., 2002]

Zur Entwicklung von Applikationen für Kinder existiert somit eine unzählige Menge an Guidelines. Es kommt auf die Art der zu entwickelnden Anwendung und deren Anforderungen bzw. auch auf den Anwendungsbereich an, um detaillierte Design Entscheidungen treffen zu können. Von großer Bedeutung sind die einfache Gestaltung sowie die Verwendung von selbstsprechenden Objekten wie etwa Icons. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Einbinden von Objekten, welches den Enthusiasmus zur Verwendung der Applikation steigern soll. Dies kann etwa durch optische Gestaltung mit Hilfe von Komikgraphiken, die bei Kindern sehr beliebt sind, erfolgen. Die Zusammenhänge von multimedialen Komponenten sollten dem Anwender nicht zu abstrakt erscheinen. Beispiele hierfür wären viele drei dimensionale Animationen in unterschiedlichster Gestaltung, ohne deren Verbindungen zur eigentlichen Applikation zu kennen. Dies führt vor allem bei Kindern zu steigendem Desinteresse, da sie sich größten Teils überfordert fühlen und die Hintergründe nicht verstehen. Trotzdem ist die Verwendung von Multimedia sehr von Nöten, da sie bei guter Dimensionierung dem Anwenderbereich Kinder enorm viel an Informationen liefern kann, was etwa auf rein textueller Basis nicht möglich wäre. Es kommt also auf die gute Einbindung und Darstellung an, um den Anwender weder zu unter- noch zu überfordern. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Feedback der Applikationen, denn Kinder erwarten sich Antworten, auch von Softwareanwendungen. Diese Eigenschaft wird sehr oft in den

Hintergrund gestellt, ist jedoch vor allem für junge Personen ein Pflichtteil. Erwachsene benötigen nicht soviel an Feedbackinformation, da sie aufgrund ihres Vorwissens sehr gut Schlüsse ziehen können, ohne den genauen Sachverhalt kennen zu müssen. Kindern fehlt dies jedoch, und somit fordern sie mehr Informationen an.

Es gibt also keine strikten Vorgaben zur Entwicklung von Software Applikationen für Kinder. Vielmehr sind eine gute Auswahl und ein geschicktes Anwenden vorhandener Guidelines gefragt. Weiters erweist sich auch das frühe Einbinden von jungen Anwendern als vorteilhaft, um schon im Vorfeld etwaige Fehler in der Implementierungsphase zu vermeiden. Die allgemeinen Prozessphasen von: Anforderungsanalyse, Planung und Konzeption, Realisierung, Testen und Evaluierung bleiben jedoch unverändert in deren Anwendung. [Dastbaz, 2002]



## 6 Design-Prozess des Prototyps

Um einen möglichst aussagekräftigen Eindruck über die Akzeptanz des Prototyps bei Kindern zu erhalten, wurde dieser einer Evaluierungsphase unterzogen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der Prototyp in der ersten Phase sehr einfach konstruiert wurde und noch nicht dem endgültigen Zustand entspricht. Auf die Verwendung des Tangible Table Toolkits (4T) (Details dazu in Kapitel 7.1) wird verzichtet, stattdessen kommen einfache Kartonobjekte zum Einsatz, wobei die Interaktionen zur Musiksteuerung von einer Hilfsperson am PC geleitet werden. Diese Gestaltung ermöglicht durch den Verzicht auf komplexe Gegenstände einen sehr überschaubaren Evaluierungsrahmen.

Einzelne Schritte im Design-Prozess und deren Vorgangsweisen werden nun im Detail erläutert.

### 6.1 Ziele

Die praktische Erprobung des Prototyps im Anwenderkreis Kinder steht hier im Vordergrund, um etwaige Modifikationen in einem bevorstehenden Redesign durchführen zu können. Aber nicht nur diese gewonnenen Erkenntnisse sollen Zweck der Evaluierung sein, sondern auch die Anwendung grundlegender Methoden der CI. Aus diesem Grund wurden nur signifikante Eigenschaften im Prototypen implementiert. Additive Funktionen werden in Zusammenarbeit mit den Kindern während der Evaluierungsphase ausgearbeitet, wobei als Schlüsselmethode der CI hier „Participatory Design“ dient. Des Weiteren sollen nicht nur der Prototyp selbst Aufschluss für Verbesserungen geben, sondern auch die gesamte Umgebungsgestaltung wie etwa der Durchführungsort oder die Ablaufreihenfolge. Auf der Basis pädagogischer Grundlagen wurden Rahmenbedingungen geschaffen. Hierfür hat sich eine ausgebildete Erzieherin als Hilfsperson zur Verfügung gestellt. Ein weiteres Ziel dieser Evaluierung ist es, Erfahrungen aus der Beziehung zwischen Kindern im Vorschulalter als Testpersonen und wissenschaftlichen Methoden (zum Beispiel Befragung) zu sammeln. Dementsprechende Vergleiche sollen Aufschlüsse zum allgemein bekannten Wissenstand herstellen.

## 6.2 Testplan

Ein zugrunde liegender Testplan soll alle Kernpunkte der Evaluierung beinhalten und als Leitfaden zur Verfügung stehen. Als Basis dienen einige fundamentale Inhalte von Guidelines, welche nicht nur in der Entwicklung, sondern auch in der Testphase eingesetzt werden können. Der Testplan gliedert sich in zwei Phasen: praktische Anwendung und anschließende Fragenstellung. Hierbei ist ersteres wiederum in einzelne Szenarien unterteilt, welche aufeinander aufbauend abgestimmt sind. Die Befragung wird in Form eines Fragebogens entsprechend den Fähigkeiten und der Akzeptanz der Kinder angepasst. Die Details dazu werden im Folgenden näher erläutert.

### 6.2.1 Ausgangssituation

Der zu evaluierende Prototyp stellt eine Vorversion dar und wird dementsprechend als Alpha-Version bezeichnet. Da er noch nicht alle erforderlichen Funktionen beinhaltet, wird davon ausgegangen, dass während der Evaluierung einige Verbesserungsvorschläge der Kinder ausgearbeitet werden.

Beschreibung der einzelnen Elemente des Prototyps:

- Spieloberfläche

Ein großer färbiger Karton soll die Spieloberfläche darstellen, welche dem Table-Interface des 4T Framework in etwa entspricht.

- Steuerelemente

Steuerelemente (Abbildung 63) beeinflussen aktiv das Abspielen von Soundsequenzen am Rechner und gliedern sich in 3 Typen:

- Speicherobjekte

Diese sind quadratisch ausgeführt und speichern eine Folge von Soundsequenzen.

- Kommandoobjekt

Ist ebenfalls quadratisch ausgeführt und bestimmt, ob aufgenommen (Record Modus - rote Seite aktiv) oder abgespielt (Play Modus - grüne Seite aktiv) wird.

- Soundobjekte

Diese Elemente haben die Form einer dreieckigen Pyramide, welche auf jeder Seite ein eindeutiges Muster trägt, zur Erkennung im 4T Framework. Dies wurde nur vorbereitend im Hinblick zur eigentlichen Anwendung mittels 4T angebracht. Für diesen ersten Test hat es keine Auswirkungen, da die Steuerung der Musiksequenzen ohnehin manuell mittels einer Hilfsperson durchgeführt wird.

- Software

Die Software besteht aus einer Java Applikation, welche durch das Verschieben der graphischen Objekte unterschiedliche Soundsequenzen erzeugt. Die Interaktionen zwischen den Steuerelementen am Tisch und der Software zur Erzeugung von Soundsequenzen werden jedoch manuell mittels einer Hilfsperson ausgeführt, wodurch das gesamte 4T Framework simuliert wird.

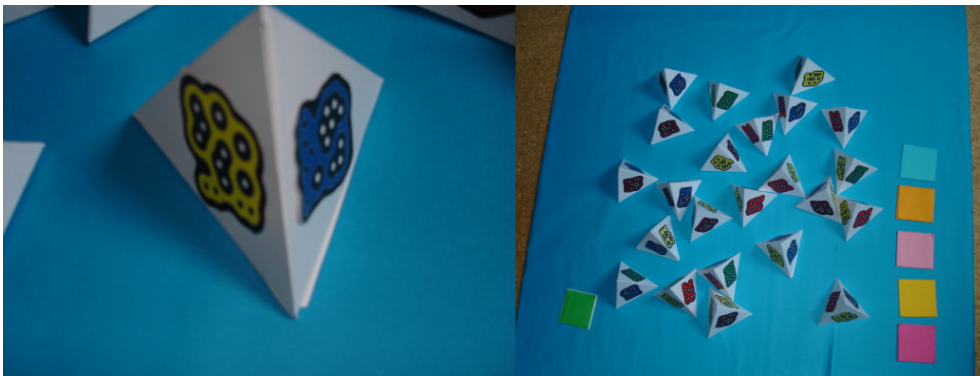


Abbildung 63: 4T Steuerelemente

## 6.2.2 Guidelines zur Testdurchführung

Es gibt unzählige Guidelines, welche Vorgaben für effiziente Testdurchführungen bereitstellen. Die Einhaltung wichtiger Kriterien liefert einen durchaus hohen

Qualitätsstandard, wobei speziell für den Anwenderkreis Kinder einige zusätzliche Optionen gelten. Im Folgenden werden wesentliche Punkte, basierend auf [Berger, 2006] beziehungsweise [Hanna et al., 1997], nochmals hervorgehoben und im Testdurchlauf ihre Anwendung finden.

- Schaffen einer kinderfreundlichen Umgebung
- Das Testen soll pro Session nicht mehr als eine halbe Stunde dauern
- Herstellen von Vertrauen durch ein einleitendes Gespräch
- Erklärung über den Zweck des Tests
- Keine personelle Hierarchie entstehen lassen (Kinder stehen auf gleicher Ebene)
- Kinder sollen Fragen stellen können
- Macht sich Unaufmerksamkeit breit, so muss zusätzlich auf einfache Art motiviert werden
- Zur Motivation soll auch positives Feedback gegeben werden
- Auf die nonverbalen Signale achten, um den Spass-Faktor zu beurteilen
- Nach dem Test soll in einem Abschlussgespräch eine kurze Zusammenfassung gegeben werden
- Als Anerkennung für die Teilnahme soll ein kleines Geschenk überreicht werden

### **6.2.3 Ablaufszenarien des Tests**

Generell kann der Test in drei Phasen unterteilt werden: Vorbereitung, Einführung und Durchführung. Jede Phase hat eine begrenzte Durchlaufzeit, um Qualitätsanforderungen (wie zum Beispiel möglichst hohen Informationsgehalt in vertretbarem Zeitrahmen) erfüllen zu können. Im Folgenden werden die wichtigsten Kriterien der einzelnen Abschnitte näher erläutert.

- **Vorbereitung**

Kernpunkt der Vorbereitungsphase bildet die Schaffung eines kinderfreundlichen, angenehmen Umfeldes, etwa durch Aufhängen von Postern, wobei diese Dekorationsobjekte die Kinder nicht von der eigentlichen Evaluierungsdurchführung ablenken dürfen. Weiters sollte der Durchführungsort für die Kinder kein unbekannter sein, um etwaige Unsicherheiten ausschließen zu können. Andere Ablenkungsgegenstände, wie beispielsweise herumliegendes Spielzeug sollten nicht in Sichtweite der Kinder sein, hier könnte sehr schnell das Interesse an der Testdurchführung abnehmen.

- **Einführung**

Ein einleitendes Gespräch ist erforderlich, um eine Vertrauensbasis zu den Kindern herstellen zu können. Im Weiteren werden die einzelnen Punkte ausführlich erklärt. Die Teilnehmer müssen auch über den genauen Ablauf Bescheid wissen, hierfür soll eine veranschaulichte Darstellung des Verlaufs dienen, um schon vorbeugend Missverständnisse auszuräumen. Auch die Ziele der Durchführung und die Erwartungen an die Testpersonen müssen behandelt werden.

- **Testdurchführung**

Die Kinder sollen sich aktiv anhand des Prototyps mit dem Thema beschäftigen und so die einzelnen Testphasen mit entsprechender Motivation durchwandern. Etwaige Hilfestellungen müssen ihnen angeboten werden, damit keine allzu große Unachtsamkeiten entstehen. Wobei hier zu beachten wäre, dass nicht die Lösung selbst präsentiert wird, sondern nur Anhaltspunkte und damit verbundene neue Anreize gegeben werden. Weiteres sollten die Aufsichtspersonen die Testdauer im Auge behalten, denn zu lange Tests vermindern auch die Aufmerksamkeit und können somit zu Verfälschungen der Resultate führen. Zum Abschluss sollte den Teilnehmern positives Feedback gegeben werden, um einerseits ihr Selbstwertgefühl zu steigern und andererseits auch einen verheißungsvollen Eindruck zu hinterlassen.

## **6.2.4 Fragen**

Nach erfolgter Testdurchführung werden die Kinder mittels Fragebogen (im Anhang) um Feedback über den Prototypen und den Ablauf gebeten. Hierbei ist jedoch auf sehr einfache und spielerische Gestaltung des Fragebogens und auf einen flexiblen Ablauf der Fragenstellung zu achten, damit die Kinder „frei von der Leber“ ihre wirkliche Meinung kundtun.

## **6.3 Testdurchführung**

Die Durchführung des Tests erfolgte im kleinen Rahmen mit drei Kindern, die sich freiwillig zur Teilnahme meldeten. Die Anwesenheit der Eltern und der vertraute Durchführungsort, ein frei zugängiger Garten, sorgten für ein angenehmes Klima. Im Weiteren werden die Details des Testdurchlaufs näher beleuchtet.

### **6.3.1 Testpersonen**

Drei Kinder im Alter von vier bis sieben Jahren nahmen an dem Test teil. Sie kannten einander und hatten somit eine bestehende Kommunikationsbasis. Diese Vorgabe sollte sich auch im kollaborativen Arbeiten mit dem Prototyp vorteilhaft herauskristallisieren. Zusätzlich wurden noch zwei Geschwister der Probanden als Zuseher hinzugezogen, um ein noch vertrauterer Publikum zu schaffen. Detailangaben zu den Personen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Alter	Geschlecht	Aufgabe	Erfahrung mit Tests
7 Jahre	weiblich	Testperson	ja
5 Jahre	männlich	Testperson	nein
4 Jahre	weiblich	Testperson	nein
2 Jahre	männlich	Zuseher	nein
2 Jahre	männlich	Zuseher	nein

**Tabelle 2: Daten der Testpersonen**

### 6.3.2 Testort

Der Ort der Evaluierung spielt bei Kindern eine große Rolle. Um eine gewohnte Umgebung gewährleisten zu können, fand der Test in einem Garten statt, welcher allen Teilnehmern bekannt war. Spielen im Freien sollte hier zusätzlich als Motivationsfaktor nützlich sein.

### 6.3.3 Testablauf

Unter Einhaltung der in Kapitel 6.2.3 definierten Kriterien wurde der Test am 10.06.2008 durchgeführt. Zuerst konnten die Kinder in einer kurzen „Aufwärmphase“ im Garten spielen, um eine lockere, angenehme Ausgangssituation zu schaffen. Danach fand eine allgemeine Erklärung des Prototyps und des Testablaufs statt. Weiters wurde auch die Hilfsperson zur Bedienung des Notebooks und der damit verbundenen Software eingewiesen.

Es gab drei Testdurchläufe (Abbildung 64) mit einer Dauer von jeweils ca. 10 bis 15 Minuten. Der Ablauf verlief im kollaborativen Stil, um kooperative Aktionen der Kinder herausfiltern zu können. Im Grunde gab es zwei Rollen, zum einen die Gestaltung der Soundsequenzen mittels Soundobjekten (2 Kinder) und die Steuerung durch Kommandoobjekt und Speicherobjekte (1 Kind). Bei jedem Durchlauf wurden die Sitzplätze getauscht, um so unterschiedliche Reihenfolgen der Soundsequenzen erzwingen zu können und auch unterschiedliche Rollen vergeben zu können. Als Publikum dienten Geschwister und Eltern, wodurch sich die Kinder nicht eingeschränkt sondern eher gestärkt fühlten.



**Abbildung 64: Aktives Testen des Prototyps**

Im Anschluss folgte nach einer kurzen Auflockerungspause eine Befragung (Abbildung 65) der Kinder über den Prototypen (Gestaltung, Umgang etc.) und den Testablauf. Es wurde auf Einfachheit der Fragen geachtet, um keine Verständnisprobleme zu schaffen. Die Beantwortung erfolgte durch Ankreuzen einer Smiley-Liste. Da nur das älteste Kind lesen konnte, wurden diesem nicht gefällige Wörter erklärt. Die beiden Anderen mussten nur auf sehr einfache, in Mundart gestellte Fragen, welche dem Inhalt der eigentlichen Fragen entsprachen, antworten. Weiters wäre noch anzumerken, dass der lachende Smiley keinen Vorrang beim Ankreuzen erhielt, was bei der Erarbeitung der Fragebögen doch einen gewissen Unsicherheitsfaktor dargestellt hatte.



**Abbildung 65: Befragung**

Zum Schluss wurde den Kindern positives Feedback in Form von lobenden Worten gegeben. Nochmals wurde auf die Wichtigkeit der Probanden und deren ausgeübten Tätigkeiten hingewiesen. Als besondere Anerkennung gab es Teilnehmerurkunden (Abbildung 66) und ein Eis.





Abbildung 66: Verteilung der Teilnehmerurkunden

## 6.4 Auswertung und Analyse der Ergebnisse

Obwohl nur mit drei Kindern getestet wurde, konnte man hier schon einige Verhaltensmuster und Meinungsbilder erkennen. Die Kinder zeigten großes Interesse und waren mit viel Einsatz aktiv dabei.

- **Beurteilung des Prototyps**

Generell fanden die Kinder das Hantieren mit färbig gestalteten Objekten sehr lustig und attraktiv. Die Interaktion zum Abspielen von passenden Soundsequenzen wurde jedoch manuell mittels Hilfsperson durchgeführt. Aus diesem Grund konnte auch nie eine exakte synchrone Verbindung zwischen Steuerung am Tisch und Soundausgabe am PC hergestellt werden. Ausschlaggebend war hier ein zu schnelles Bewegen der Soundobjekte, was eine genaue Nachahmung am Computer unmöglich machte. Diese gegebenen Umstände zeigten sich als großes Hindernis und schmäleren das Gesamtinteresse der Testpersonen.

Die Kinder konzentrierten sich nicht sonderlich auf die Töne, die sie mittels färbigen Soundobjekten steuerten, sondern bauten Figuren auf der Platte auf. Das optische Erscheinungsbild der Figuren war also vorrangig gegenüber der Komposition von Soundsequenzen.

Weiters konnte man feststellen, dass kräftig eingefärbte Objekte meist bevorzugt verwendet wurden. Die richtige Farbauswahl spielt somit eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Elemente.

Die Kinder wünschten sich mehr Aktivitäten auf der Platte, diese könnten unter Verwendung der 4T Umgebung mittels visuellen Feedbacks sehr wirkungsvoll dargestellt werden.

Die Auswertung der Fragebögen spiegelte in etwa den Gesamteindruck der Durchführung wider. Den Kindern ist diese Musikgestaltung zu wenig attraktiv, sie würden sich auch kein Spielzeug dieser Art kaufen.

Es wurde festgestellt, dass sich der Fokus auf die Spieloberfläche und die darauf liegenden Objekte richtete und nicht auf die damit produzierte Musik im Hintergrund.

- **Beurteilung des Übungsablaufes**

Zum Übungsablauf gab es kaum negative Kritik, lediglich die einleitende Erklärung war etwas zerstückelt, denn sie fand in zwei Sitzungen statt, da ein Teilnehmer noch nicht bereit war. Sonst gab es kaum nennenswerte Zwischenfälle.

In Tabelle 3 werden die Auswertungen der Fragebögen dargestellt.

<b>Fragen</b>	<b>Trifft zu</b>	<b>Trifft ungefähr zu</b>	<b>Trifft nicht zu</b>
Würdest du dir so ein Spielzeug kaufen?	-	2	1
Findest du so ein Musikspielzeug interessant?	1	1	1
Ist die Logik einfach zu verstehen?	-	-	3
Findest du 3-Eck-Pyramiden als Steuerelement in Ordnung?	-	2	1
Würdest du die Objekte in ihrer Form ändern?	1	2	-
Hat dir der 4T Musik-Trial Spaß gemacht?	2	-	1
Hat dir das Umfeld des Trials gepasst?	1	-	2
War die Durchführungsdauer passend?	1	1	1
Würdest du wieder bei so einem Trial mitmachen?	-	2	1
Hast du den gesamten Ablauf als lehrreich empfunden?	-	-	3
War das Zusammenspiel mit den anderen Kindern lustig und zugleich interessant?	-	2	1
Entsprach der Trial ungefähr deinen Vorstellungen?	2	-	1
Wirst du das Erlebnis in deinen Freundeskreis weitererzählen?	2	-	1

**Tabelle 3: Testauswertungen**

## **6.5 Diskussion**

Die Analyse des gesamten Testverlaufes und auch der Fragebogenauswertungen ergibt nun einige Anregungspunkte zur Verbesserung für etwaige Folgedurchführungen. Weiters werden einige kritische Punkte der angewandten Methoden diskutiert.

### **6.5.1 Verbesserungsvorschläge**

Die erste Evaluierungsdurchführung des Alpha-Prototyps gibt nun Aufschlüsse auf einige Verbesserungen.

- Visuelles Feedback ist Pflicht, denn Kinder erwarten sich „sichtbare“ und leicht erkennbare Reaktionen.
- Kreativer gestaltete Formen der Steuerobjekte würden den Spielanreiz anheben, da Dreieckspyramiden offenbar nicht so angenommen werden.
- Nicht nur Musiktöne, sondern auch Sprachlaute sollten wiedergegeben werden. Dies wäre zum Beispiel durch Bilden von Sätzen möglich, wobei man hier wieder vom Ausgangspunkt, nämlich „Komposition von Musik“ wegsteuern würde.

### 6.5.2 Methode

Im Folgenden werden einige kritische Aspekte im Bezug zu den angewandten Methoden aufgezeigt und diskutiert.

- Die Umgebung sollte musikalische Elemente beinhalten (zum Beispiel Poster von Musikinstrumenten aufhängen). Dies könnte die Teilnehmer etwas besser in den musikalischen Rahmen einstimmen.
- Die Gestaltung der Fragen im Fragebogen sollte durch Einbinden von lustigen Graphiken ansprechender wirken. Trotzdem darf der Befragte dadurch nicht zu sehr abgelenkt werden, ansonsten würde es zu Verfälschungen der Antworten kommen. Der Informationsgehalt der Fragen muß geeignet aufbereitet vermittelt werden.
- Einen weiteren kritischen Punkt in der Fragebogengestaltung stellten die Smileys dar, welche durch ihre optische Wirkung zu einer Favorisierung eines Typs führen könnten. Eine Abhilfe zur Ausbalancierung wäre hier ein abwechslungsreiches Stellen von negativen und positiven Fragen.

## 7 Das Prototypen Interface

### 7.1 Allgemeines

Ausgangspunkt des Prototyps war das Projekt MusicPets [Tomitsch et al., 2006] (Abbildung 67). Hierbei handelt es sich um ein System, welches sowohl Sprache als auch Musik aufnehmen und anschließend wiedergeben, kann. MusicPets besteht im Wesentlichen aus zwei „Basisstationen“ (Play und Record) und „Soft Toys“ (Plüschtiere), welche mit RF-Tags ausgestattet sind und als Container von gespeicherten Daten dienen. Feedback wird durch angebrachte LEDs wiedergegeben und Anwenderaktionen werden durch Schalter beziehungsweise Schieber ausgelöst. Kinder können nun auf einer Basisstation (Record) eigene Sprachlaute, oder auch vorgefertigte Musiksequenzen einem Soft Toy (durch Platzierung in der Mitte der Station) zuordnen. Die Aufnahme von Audio Daten erfolgt über einen „Wizard-of-Oz Prototypen“<sup>6</sup>, welcher mit einem Mikrophon (angeschlossen am PC) ausgestattet ist. Gespeicherte Musiksequenzen können durch „Drag & Drop“ der gewünschten Musik-Datei auf das MusicPet Applikations-Icon ausgewählt werden. Das Abspielen erfolgt auf der zweiten Basisstation (Play), indem das Soft Toy auf dieser platziert wird.

In Zusammenarbeit mit einer Kindergartengruppe fand eine umfangreiche Evaluierung statt. Die gesammelten Erfahrungswerte sollten als Grundlage dieser Arbeit dienen. [Tomitsch et al., 2006]



Abbildung 67: MusicPets

---

<sup>6</sup> Der Anwender führt Interaktionen mit dem Computer über den Entwickler aus.

MusicPets wurde mit Hilfe von Phidgets-Elementen (Physical Widgets) entwickelt. Hierbei handelt es sich um kleine Baugruppen, welche über Funk oder Kabel mit dem PC verbunden sind. Es gibt unterschiedlichste Ausführungen (Abbildung 68) von Eingabegeräten (zum Beispiel Schalter oder Taster), als auch für Feedback (zum Beispiel LCD oder LEDs). Über eine definierte Schnittstelle (API) besteht nun die Möglichkeit, alle Elemente den Anforderungen entsprechend zu programmieren. Phidgets sind auf dem Gebiet von TUIs äquivalent zu Graphikobjekten im GUI-Bereich. [Greenberg et al., 2001]



**Abbildung 68: Phidgets Kit**

Aufgrund dieser Ausgangssituation wurde in den ersten Planungsphasen versucht, die gleichen technischen Schnittstellen zu verwenden. Da jedoch die etwas komplexeren Anforderungen dieses Prototyps die technische Realisierung unter der Verwendung gleicher Materialien sehr erschwert hätten, fiel die Entscheidung zu Gunsten einer anderen Technologie aus. Herangezogen wurde das 4T Framework, welches aus einem optischen Tracking System und mit Marker versehenen physischen Elementen (Abbildung 69) besteht. Schnittstellen dazu werden durch ein Java API und einen Macromedia Director Xtra bereit gestellt.

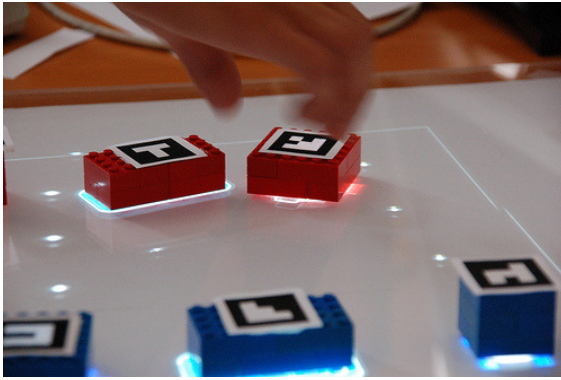


Abbildung 69: 4T Anwendung

## 7.2 Konkrete Konzeptbeschreibung zur Erstellung des Prototyps

Ausgangssituation zur Entwicklung des Prototyps stellt eine im Design-Prozess (Kapitel 6) evaluierte Alpha-Version dar. Im Folgenden wird das verwendete 4T Framework und die genaue Konzeptbeschreibung erläutert.

### 7.2.1 4T Framework

Die Entwicklung von “Tangible Table Applikationen” verlangt üblicherweise sehr hardwarenahe Entwicklungen von Tracking Algorithmen. Diese Anforderungen implizieren ein sehr fundiertes Fachwissen über die Hardware selbst und nicht nur die zu implementierenden übergeordneten Methoden.

Aus dieser Erkenntnis entwickelte das 4T Projektteam ein Framework, welches einen einfachen Aufbau aufweist und ohne Erfordernis von technischem Hintergrundwissen schnell zu erlernen ist. Der Fokus liegt also auf einfacher Realisierung der Anwendung und nicht auf technologischer Ebene.

Zur Verfügung steht ein simples Java API, welches dem Entwickler auf sehr unkomplizierte Weise erlaubt, effiziente und auch flexible Applikationen zu programmieren.

Das 4T Framework basiert auf einem OpenTracker Framework, welches die Einbindung von unterschiedlichen „Tracking Technologien“ auf dynamischem Weg ermöglicht,

ohne Änderungen im Programm durchführen zu müssen. Das reactTIVision (Abbildung 70) stellt eines der vom 4T Framework unterstützten Toolkits dar.

Grundsätzlich wurde das ToolKit für Forschungszwecke im Bereich HCI entwickelt.<sup>7</sup>

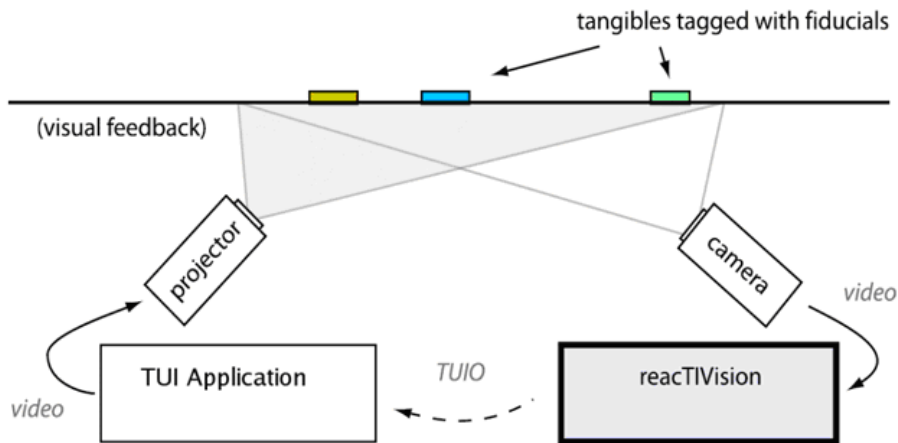


Abbildung 70: reactTIVision Toolkit

Abbildung 71 stellt den Ablaufprozess der 4T Umgebung schematisch dar. Die Tischoberfläche ist transparent als Glasplatte ausgeführt, um eine Trennung von Anwenderbereich oberhalb und 4T Geräten unterhalb der Fläche zu ermöglichen. Somit gibt es keine räumliche Beeinträchtigung der Benutzer. Mittels Videokamera werden örtliche Veränderungen der physischen Elemente am Tisch wahrgenommen und dem Programm mitgeteilt. Für visuelles Feedback sorgt ein Projektor, welcher den gleichen Raum wie die Kamera abdeckt. Diese Konfiguration gewährleistet so ein übereinstimmendes Gesamtbild von Abtastung und Projektion an der Tischoberfläche.

<sup>7</sup> <http://deco.inso.tuwien.ac.at/4t.html>, abgerufen am 20.07.2008



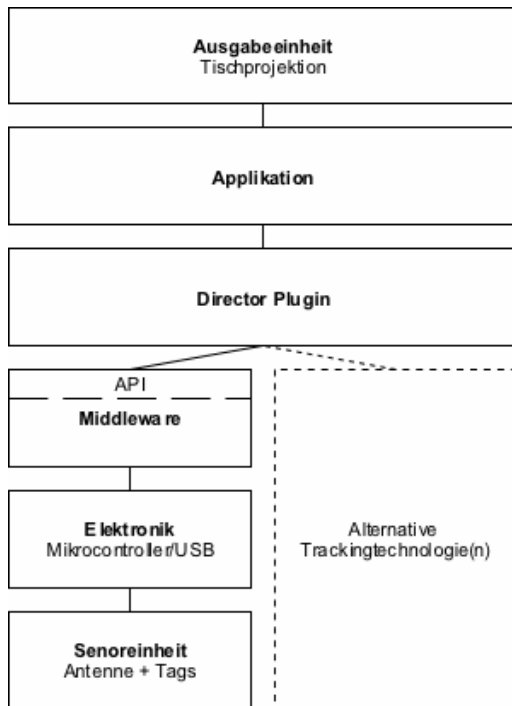


Abbildung 71: 4T Framework

Ein weiteres sehr nützliches Feature von 4T bietet die Simulation (Abbildung 72) der physischen Elemente und dessen Tischfläche direkt am PC. Unter der Verwendung von üblichen Java Graphik Bibliotheken können diese simulierten Objekte mit visuellem Feedback umrahmt werden. Für den praktischen Einsatz ist jedoch eine genaue Festlegung der Fensterkoordinaten mittels mitgelieferten Konfigurator erforderlich. Die Kommunikation zwischen 4T Elementen und Programm erfolgt über IP-Multicasting. Dies ermöglicht ein Testen der Applikation auf sehr einfache Weise ohne großem technischen Aufwand auf ein und denselben PC.

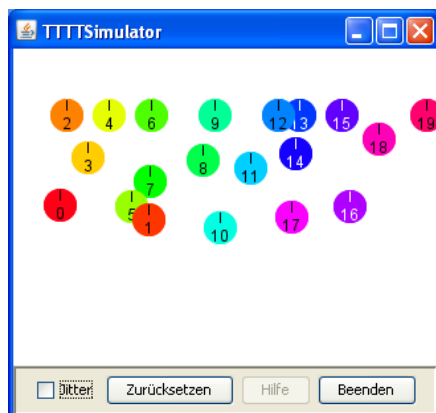


Abbildung 72: 4T Simulator

## 7.2.2 Prototypen - Konzeptbeschreibung

Wie bereits einleitend erwähnt, diente als Ausgangssituation eine evaluierte Alpha-Version, welche ohne technische Interaktionen von Anwender und Programm funktionierte. Die verwendeten physischen Elemente können übernommen werden, da sie schon mit Marker des 4T Toolkits ausgestattet sind.

### Konzept

Unter Anwendung des Basiskonzepts der evaluierten Alpha-Version werden die Komponenten Spielfläche und Steuerelemente wiederverwendet. Die gesamte Software Applikation wird jedoch entsprechend der Spezifikation entwickelt. Jedes Steuerelement wird genau einem Ton zugeteilt, dies erfolgt im Zuge der Konfiguration des Soundmappings. Die Töne sind am PC in den Formaten „midi“ und „wav“ vorhanden und beinhalten die drei Musikinstrumente Klavier, Harmonika und Tuba. Da die Marker an den Steuerelementen optisch nur sehr geringfügig differieren, wird jede Seite unterschiedlich eingefärbt. Jedes Musikinstrument beinhaltet einen Farbgrundton, wobei die Tonhöhen an diesen gebunden sind und sich nur durch abweichende Helligkeit unterscheiden. Diese Farben werden im Standard-Modus auch visuell wiedergegeben, im Fun-Modus werden zufällig gewählte Farben dargestellt. Dies hat zur Folge, dass zum einen gezielt komponiert werden kann, zum anderen auch die Möglichkeit gegeben ist, den Unterhaltungswert zu steigern. Zur Verfügung stehen in Summe zirka sechzig Soundobjekte (etwa zwanzig unterschiedliche Töne pro Musikinstrument), zehn Speicherobjekte und ein Kommandoobjekt.

Im Folgenden werden die einzelnen Musikaufnahme- und Abspielmodi näher erklärt.

### Allgemeine Regeln

Das System befindet sich im Wartezustand, solange kein Kommandoobjekt aufgelegt ist.

Dieser Zustand ist ebenfalls gegeben, wenn keine Soundobjekte vorliegen, oder ein aktives Speicherobjekt keine vormalige Abspeicherung von Soundsequenzen aufweisen kann.

Am Tisch darf sich im Aufnahmemodus maximal ein Speicherobjekt befinden, ansonsten wäre eine eindeutige Zuteilung während der Aufnahmephase nicht gegeben.

Die Abspieldauer eines Einzeltons ist konfigurierbar und beträgt im Normalfall zwei Sekunden.

Visuelles Feedback wird durch Projektion der aktiven Objekte in Form von eingefärbten Kreisen dargestellt.

### **Abspielen von Musiksequenzen**

Am Tisch befinden sich ein Kommandoobjekt mit aktiver Play-Seite und Soundobjekte. Nun wird in einer Schleife der aktuelle Stand aller Objekte am Tisch in Form einer Soundsequenz abgespielt.

### **Aufnehmen von Musiksequenzen**

Am Tisch befinden sich ein Kommandoobjekt mit aktiver Record-Seite, ein Speicherobjekt und Soundobjekte. Nun wird in einer Schleife der aktuelle Stand aller Objekte in Form einer Soundsequenz dem aktiven Speicherobjekt zugeteilt und gleichzeitig abgespielt.

### **Abspielen von aufgenommenen Musiksequenzen**

Am Tisch befinden sich ein Kommandoobjekt mit aktiver Play-Seite und ein Speicherobjekt. Nun wird in einer Schleife die aktuelle Aufnahme vom aktiven Speicherobjekt in Form einer Soundsequenz abgespielt. Entsprechende Projektionen der gespeicherten Objekte erzeugen durch Darstellung von eingefärbten Kreisen visuelles

Feedback. Befinden sich zusätzlich Soundobjekte auf dem Tisch, werden diese ignoriert.

### 7.3 Implementierungsschritte

In diesem Unterkapitel werden die einzelnen Planungs- und Implementierungsschritte detailliert betrachtet. Da es sich hierbei um die softwaretechnische Realisierung handelt, konnte man herkömmliche Methoden der Softwareentwicklung anwenden. Auf Grund des vorhandenen 4T Java-APIs wird der Prototyp in einem reinen Java Umfeld entwickelt. Ausgangslage bildeten jedoch die in der Alpha-Version erarbeiteten Anforderungen.

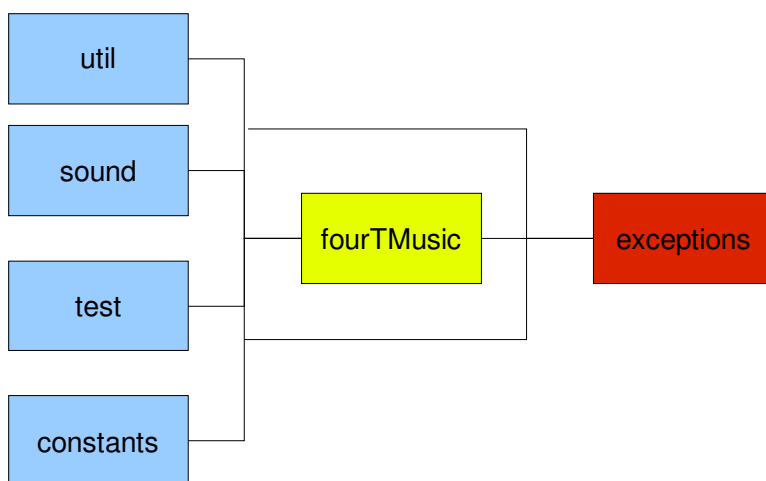
Erste Schritte der Realisierungsphase beinhalteten das Umsetzen und Einbinden von Anwendungsfällen. Die erstellten Anwendungsfallbeschreibungen (ein Beispiel zeigt Tabelle 4) dienten als Grundlage zur Gestaltung der Java Pakete und Klassenhierarchie. Es wurde versucht, eine möglichst modulare Aufteilung zu erreichen, damit etwaige Weiterentwicklungen keiner großen Änderung der Softwarearchitektur unterliegen. Ein zusätzlichen Vorteil dieser Paketgestaltung stellt die allgemeine Überschaubarkeit dar. Weiters wurde versucht, möglichst nach Funktionsblöcken zu gruppieren und so ein durchschaubares Konzept zu gestalten. Auf einzelne Klassendiagramme, welche eine strikte Vorgabe im Softwareentwicklungsprozess darstellen, wurde auf Grund des geringen Projektumfangs verzichtet. Indem keine weiteren Personen im Realisierungsprozess beteiligt waren, konnte dieser Teil der Dokumentation weggelassen werden. Zuletzt soll auch noch angemerkt sein, dass diese Arbeit kein reines Softwareprojekt darstellt und somit einige Komponenten des Softwareengineerings gestrichen wurden.

<b>Nr.:</b> 1
<b>Titel:</b> Aufnahmen von Soundsequenzen
<b>Kurzbeschreibung:</b> Aufnahmen von Soundsequenzen auf ein Speicherobjekt
<b>Vorbedingungen:</b> 4T Toolkit ist aktiv und Speicherobjekt liegt am Tisch
<b>Beschreibung des Ablaufs:</b>

E1) Der Anwender legt das Kommandoobjekt mit Record-Modus auf den Tisch.  
 A1) Das System überprüft den Tisch auf Soundobjekte.  
 E2) Das System speichert in einer Schleife alle am Tisch befindlichen Soundsequenzen und gibt diese gleichzeitig akustisch wieder.  
 AE2) Am Tisch liegen keine Soundobjekte.  
 AA2) Das System befindet sich im Wartezustand und gibt daher keine Soundsequenzen aus.  
 E3) Der Anwender entfernt das Kommandoobjekt vom Tisch.  
 A3) Das System speichert die letzte gültige Soundsequenz zu dem Speicherobjekt.

**Tabelle 4: Eine Anwendungsfallbeschreibung**

Insgesamt besteht die Software aus sechs Java Paketen, welche graphisch in Abbildung 73 dargestellt sind. Eine textuelle Beschreibung (Tabelle 5) der einzelnen Pakete soll mehr Einblick zu den Funktionsweisen liefern.



**Abbildung 73: Struktur der Java-Pakete**

Paketname	Beschreibung
at.ac.tuwien.inso.deco.fourTMusic.fourTMusic	Bildet das Kernpaket mit den Klassen FourTMusic und MemPuck. FourTMusic beinhaltet alle Schnittstellen zum 4T Framework und allen anderen Teilpaketen. MemPuck ist hingegen eine Art Collection für Speicherobjekte.
at.ac.tuwien.inso.deco.fourTMusic.util	Beinhaltet die Klassen Canvas4T, FourTMusicConfiguration, ResourceLocator, SoundMapper und Table, welche den Aufgaben graphische Darstellung und Konfigurationen der

	Musikdateien zugeteilt sind.
at.ac.tuwien.inso.deco.fourTMusic.sound	SoundPlayer stellt in diesem Paket die einzige Klasse dar und verarbeitet das gesamte Soundstreaming.
at.ac.tuwien.inso.deco.fourTMusic.test	Dieses Paket beinhaltet lediglich Testklassen, welche während der Implementierung von Nutzen waren, jedoch für die Funktion der Software nicht notwendig sind.
at.ac.tuwien.inso.deco.fourTMusic.constants	Hier werden Konstanten verwaltet, welche teilweise der Software Konfiguration zugeteilt sind. Die zwei Klassen ConfigurationConstants und EFourTMusicStates werden in diesem Paket gespeichert.
at.ac.tuwien.inso.deco.fourTMusic.exceptions	Dieses Paket beinhaltet die Klasse FourTMusicException und hat die Funktion des Exception-Handlings über.

**Tabelle 5: Java-Paketbeschreibungen**

### **Programmablaufbeschreibung**

Nach Initialisierung aller Komponenten wird zuerst die Konfigurationsdatei geladen und ausgewertet. Hierbei findet die Erstellung des Soundmappings von Soundobjekt zum Ton aus der Audiodatei statt. Weiters wird die Konfiguration des Simulators gelesen und sämtliche andere notwendige Grundeinstellungen durchgeführt. Danach erfolgt die Bereitstellung visuellen Feedbacks auf der graphischen Oberfläche. Als nächstes wird der Soundplayer zum Abspielen der Musiksequenzen gestartet. Technisch gesehen laufen diese beiden Funktionen in einem eigenen Thread, um so ein asynchrones Verarbeiten der Eingangsdaten (durch Steuerobjekte) und ausgangsseitig Feedback (visuell und akustisch) gewährleisten zu können. Ab diesem Zeitpunkt wird auf die Aktionen des Benutzers gewartet und dementsprechend reagiert. Bis zum Programmabbruch durch den Anwender bleiben allen Funktionalitäten der Applikation aktiv.

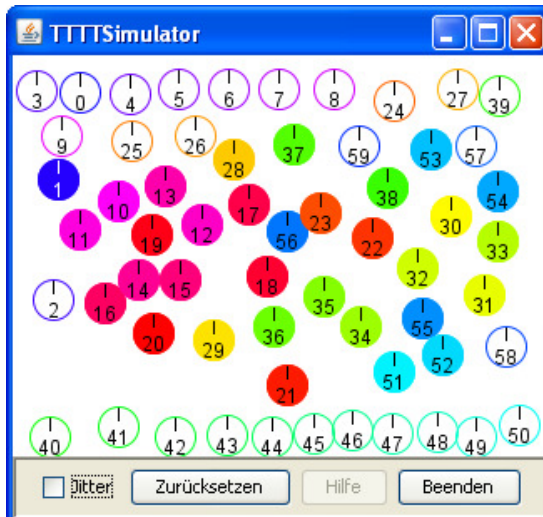


Abbildung 74: 4T Simulator

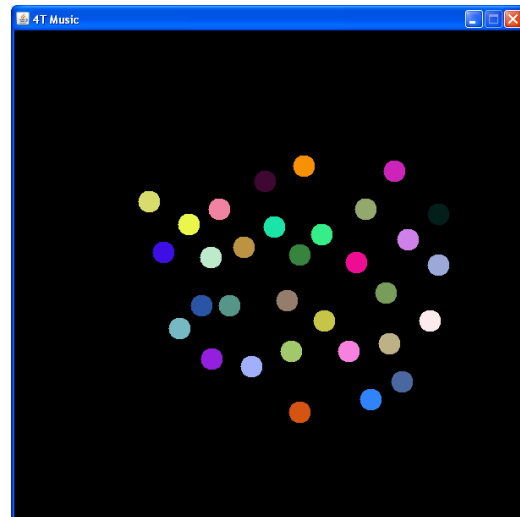


Abbildung 75: 4T Music - visuelles Feedback

Abbildung 74 zeigt eine Abspielfolge von Musiksequenzen am Simulator, wobei alle eingefärbten Kreise aktive Soundelemente darstellen und der Kreis mit der Nummer eins ist als Kommandoobjekt definiert ist. Inaktive Objekte werden weiß angezeigt. Visuelles Feedback aller aktiven Objekte wird in Abbildung 75 dargestellt. Zu diesem Zeitpunkt war der Fun-Modus eingestellt, dadurch erscheinen komplett unterschiedlich eingefärbte Kreise.

## 7.4 Informelle Evaluierung des Prototyps

Da im Zuge des Design-Prozesses bereits eine ausführliche Evaluierung der Alpha-Version mit einer Kleingruppe von Kindern durchgeführt wurde, findet nun nur mehr eine informelle Evaluierung (Abbildung 76) des fertigen Prototyps mittels 4T-Simulator statt. Dafür stellte sich eine Testperson (Detailangaben in Tabelle 6) zur Verfügung, welche ein fundiertes Hintergrundwissen im pädagogischen Bereich aufweisen kann. Dieser Test fand ohne großartige Vor- beziehungsweise Nachbereitungen statt. Im Vordergrund stand eher die Verständlichkeit der einzelnen Funktionen der Applikation im allgemeinen Sinn.



Abbildung 76: Testdurchlauf

<b>Alter</b>	30 Jahre
<b>Geschlecht</b>	Weiblich
<b>Erfahrung mit PC</b>	Grundlegende PC Kenntnisse
<b>Erfahrung mit TUIs</b>	Keine
<b>Erfahrung mit Kindern</b>	Beruflich: Kinderabteilung Landesklinikum Privat: 2 Kinder
<b>Pädagogische Ausbildung</b>	Kolleg Kinderpädagogik

Tabelle 6: Angaben zur Testperson

### Ablaufbeschreibung

Zuerst bekam die Testperson eine allgemeine theoretische Einführung über den Anwendungsbereich, die wichtigsten Funktionalitäten und den generellen Aufbau des Programms und auch der gesamten Umgebung. Danach wurden alle benötigten Applikationen am PC gestartet und dem Anwender anhand einer kurzen Vorführung eine praktische Einschulung gegeben. Als die technischen Unklarheiten ausgeräumt waren, bekam die Testperson den Aufgabenblock mitgeteilt. Hierbei handelte es sich um einen sehr bescheidenen Aufwand, da nur die Grundfunktionalitäten durchgetestet wurden. Der zeitliche Durchführungsrahmen betrug in etwa zehn Minuten. Nach Abschluss der Aktivitäten folgte noch ein kurzes Interview (Detailangaben sind aus



Tabelle 7 zu entnehmen), in welchem unter anderem Verbesserungsvorschläge behandelt wurden.

<b>Allgemeine Fragen zum System</b>	
Wie wurde die Einführung in das System Ihrer Meinung nach gestaltet?	Sowohl die Umgebung (wie etwa der Befragungsort), als auch die Einführungsveranstaltung konnten als sehr angenehm und informativ empfunden werden.
Wurde die Technologie von „Tangible Computing“ unter Anwendung von TUI ausreichend erklärt?	Diese Thematik ist durchaus komplex und am Anfang nicht so sehr verständlich, da man im Bereich von Computeranwendungen als Standardbenutzer eigentlich nur zwei dimensionale Darstellungen am Bildschirm kennt. Die Erklärung war trotz der Komplexität ausreichend.
Konnten Informationen über die Kernpunkte (TUI für Kinder im Bereich Musik) verständlich vermittelt werden?	Die Informationen konnten verständlich erklärt werden. Ob Kindern diese Informationen ausreichen, sei dahin gestellt.
Wurde der Anwendungszweck dieses Systems ausreichend erklärt?	Der Anwendungszweck wurde ausreichend erklärt.
Wie verständlich konnte die Simulation der Anwendung dargestellt werden?	Die Simulation ist sehr gewöhnungsbedürftig, da schon die Anwendung von physischen Objekten ein Umdenken erfordert. Die Simulation von diesen Objekten kann daher als Folgeschritt gesehen werden und ist somit noch schwieriger zu verstehen.
<b>Fragen zur Bedienung</b>	
Ist die Bedienung des Systems (mittels Simulator) zufriedenstellend gestaltet?	Die Bedienung ist bedingt durch die Simulation sehr gewöhnungsbedürftig. Unter der Anwendung reeller Objekte wäre hier sicher ein besseres Verständnis gegeben.
Welche Verbesserungsvorschläge gibt es in dieser Richtung?	Die Simulation würde vielleicht auf zwei getrennten Bildschirmen (einer für Simulator und der andere für die Applikation (visuelles Feedback)) etwas leichter zu Verstehen sein.
Welche Meinung haben Sie bezüglich der Komplexität des Systems?	Wie bereits erwähnt, wäre die Anwendung reeller Objekte im Gegensatz zur Simulation besser verständlich. Unter Anwendung des Simulators würde ich das System als sehr komplex bezeichnen.
<b>Fragen zur Anwendung unter dem Gesichtspunkt „Kinder“</b>	
Könnten Kinder das System in dieser Form brauchbar nutzen?	Brauchbar ist ein sehr dehnbarer Begriff. Es kommt darauf an, wie gezielt Kinder das System nutzen können. Zur Komposition von Musik gibt es viele Produkte am Markt, welche leichter zu bedienen sind.
Welche Motivation würden Kinder in der Anwen-	Wenn die „Spielobjekte“ ansprechend in Form und

dung finden?	Farbe wirken, und der Ablauf nicht zu komplex erscheint, würden Kinder durchaus Spaß daran haben. Spaß ist für Kinder eines der wichtigsten Faktoren zur Motivation.
Was würden Sie an der Bedienung im Bezug auf Kinder verändern?	Auf Grund der technischen Voraussetzungen des 4T Systems sind hier wohl Grenzen gesetzt. Ich würde die Bedienung sehr einfach halten.
Würden Sie für Kinder die Einführungsphase anders gestalten?	Kinder müssen sicherlich anders eingeschult werden. Hier sollten spielerische (selbst Erstellen von physischen Objekten) und einfach dargestellte (Zeichnungen auf einer Tafel) Aktionen einleitend stattfinden.
<b>Fragen zu weiteren Verbesserungen</b>	
Könnten Sie sich besser geeignete Anwendungsgebiete vorstellen?	Im Bereich „Sprachunterstützung“ könnte eine weitere, vielleicht wirkungsvollere Anwendung gefunden werden. Für etwas ältere Kinder (Schulalter) könnten Kompositionen von vordefinierten Musiksequenzen zum Einsatz kommen.
Was würden Sie hinsichtlich Folgesysteme verbessern?	Das optische Erscheinungsbild aller physischen Objekte sollte kindergerechter gestaltet werden. Zum Beispiel durch Anbringen von Comicsfiguren.

**Tabelle 7: Interviewleitfaden zur informellen Evaluierung**

## 7.5 Weitere Ausbaustufen des Prototyps und Verbesserungsvorschläge für Folgeprojekte

Im Rahmen der Evaluierungen kristallisierten sich eine Reihe von Verbesserungsvorschlägen heraus, welche vor allem den Bereich Usability betreffen. Das Gesamtkonzept mit allen zugrundeliegenden Ideen wurde mit großer Mehrheit akzeptiert und durch positives Feedback immer wieder gefestigt. Ein nach oben beschränktes Projektbudget verhinderte eine Vielzahl an Ausbaumöglichkeiten auf Grund der erhöhten Kosten. Das 4T-Toolkit stellte kostengünstige Lösungen bereit, welche auch bei diesem Prototyp in Verwendung kamen. Als größter Vorteil erwies sich die Simulation der gesamten 4T-Umgebung, da dies einen enormen Zeitvorteil einbrachte. Im Folgenden werden nun einige Verbesserungsvorschläge beziehungsweise Ausbaustufen dieses Prototyps erläutert, auch im Hinblick auf etwaige Folgeprojekte.

Die gesamte Umgebung sollte spielerischer und optisch ansprechender gestaltet werden. Grund ist hier vor allem die Steigerung der Aufmerksamkeit und des Interesses unter Einbringung von spielerischen Akzenten.

Die Speicherobjekte sollten mit sprechenden Motiven versehen sein, welche speziell von Kindern leichter angenommen werden. Dies wäre ein weiterer Punkt zur Förderung des Interesses am Spiel.

Eine zusätzliche Ausbaustufe wäre, eine Gelegenheit zur Sprachunterstützung zu schaffen. Hier könnten Soundobjekte einzelnen Wörtern zugeteilt werden, welche durch aneinanderfügen das Bilden von Sätzen ermöglichen. Diese Anwendung würde zwar dem Gebiet Storytelling angehören und nicht dem Musiksektor, wäre jedoch als Zusatzoption sehr hilfreich.

Die Evaluierung der Alpha-Version zeigte, dass einige Kinder Motive am Tisch bauen, und erst danach die musikalische Komposition realisieren. Dieser Aspekt könnte als Grundlage für ein weiteres nützliches Feature herangezogen werden. Gemeint ist die Möglichkeit zum Bauen von bestimmten Mustern, welche als Ergebnis spezielle musikalische Kompositionen hervorrufen. Der Unterschied zum herkömmlichen Spielmodus liegt hier in der Interpretation der Soundobjekte, denn erst wenn ein gesamtes Muster am Tisch erstellt worden ist, erfolgt die Abspielung von bestimmten Soundsequenzen. Wenn zum Beispiel eine Entenform gebildet wird, ertönt das Lied „Alle meine Entchen“.

Eine weitere Funktionalität wäre das Aneinanderfügen von Teilen aus Liedern. Jedes Soundobjekt ist einer kurzen Musiksequenz zugeteilt. Durch entsprechendes Zusammensetzen der Objekte werden auch hier ganze Lieder abgespielt. Hierfür müssten definierte Regeln zur Gestaltung der Soundobjekte erstellt werden. Zum Beispiel könnten mathematische Formeln und Auswertungsdaten aufgedruckt werden. Ein Lied wird erfolgreich abgespielt, wenn diese Formeln richtig gelöst und mit den passenden Ergebnissen aneinandergereiht werden.

Eine Gliederung in unterschiedliche Altersgruppen wäre ein weiterer großer Vorteil. Schon in der Evaluierungsphase hat sich eine gewisse Uneinigkeit in der Anwendung zwischen den Kindern gezeigt, wenn der Altersunterschied zu groß ist. Grund hierfür sind die unterschiedlichen allgemeinen Wissensstände, welche auch beim Spielen teilweise zum Ausdruck gebracht werden.

## 8 Zusammenfassung

Musik ist nicht nur ein Unterhaltungsmedium, sondern enthält sehr weit greifende Wirkungsweisen. Auch ohne bewusste Wahrnehmung durch den Menschen wird sie im Körper aufgenommen und stärkt unterschiedlichste Fähigkeiten. Auch in der Kindesentwicklung stellt Musik eine sehr wichtige Komponente dar, da frühes Musizieren die kognitive Entwicklung auf überdurchschnittliche Weise positiv beeinflusst. Studien haben immer wieder gezeigt, dass Kinder, welche sich schon sehr früh musikalisch betätigen, leistungsfähiger, konzentrierter und belastbarer sind. Dabei konnte gezeigt werden, dass sogar Säuglinge akustische Töne wahrnehmen und diese auch zuordnen können.

Da eine Vielzahl von akustischen Musikinstrumenten das Erlernen für Kinder im Vorschulalter zu einer Überforderung der Fähigkeiten und potentiell zu negativer Prägung führen könnte, sind hier vor allem leicht bedienbare Mittel gefragt. Genau in diesem Bereich kann die „digitale Musik“ ihre Vorteile aufweisen, da durch einfache Handhabung in möglichst kurzer Zeit digitale Musiksequenzen erzeugt werden können. Simple gestaltete Instrumente liefern Musik in digitaler Form und können schon von Kindern im frühen Alter verwendet werden. Diese Gegebenheit fördert das spielerische Erlernen des Gerätes und ermöglicht zugleich die Komposition von eigenen musikalischen Werken.

Tangible Computing befasst sich mit „greifbaren“ Objekten, welche durch verschiedenste Techniken wie etwa optischer Abtastung oder Funkübertragung im Hintergrund digitale Prozesse auslösen, wobei TUIs hier die Schnittstellen zum Anwender bereitstellen. Diese Technologie bietet sich nun an, „innovative Interfaces für Musik“ zu entwickeln und den jeweiligen Anforderungen (wie etwa unterschiedliche Funktionen entsprechend dem Reifegrad der Benutzer) anzupassen. Nach intensiver Recherche konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Vielzahl der bedeutendsten TUI Beispiele, welche größtenteils im Forschungsbereich angesiedelt sind, erfasst und dargestellt werden. Dabei wurde eine Gruppierung in allgemeine und musikalische Anwendungen vorgenommen wobei der Fokus wiederum auf den Anwenderbereich Kinder lag. Eine durchaus beträchtliche Anzahl an innovativen Interfaces für Musik konnte so die Basis für diese Arbeit bilden.

Die durchgeführten Analysen haben deutlich aufgezeigt, daß sowohl die Erkenntnis über Wirkungsweisen der Musik, als auch innovative Lösungen zur einfachen Ausführung von Kompositionen eine wichtige Grundlage im Design-Prozess darstellen.

Den Kernpunkt dieser Arbeit bildet die Entwicklung eines Prototyps, mit welchem Kinder digitale Musiksequenzen abspielen und speichern können, wobei als Zielgruppe Kinder im Vorschulalter ausgewählt wurden. Ziel ist es, ein weiteres innovatives Interface für Musik zu entwickeln, welches einige Funktionen bereits vorhandener Prototypen vereint, dabei aber zusätzliche auf Kinder abgestimmte Bedienmöglichkeiten (auf Grund der Präsenz physischer Objekte) zu integrieren.

Als technische Entwicklungsumgebung diente ein optisches Tracking System namens 4T Toolkit, das von der Forschungsgruppe INSO der Technischen Universität Wien entwickelt wurde. Des Weiteren wurde ein Java API eingesetzt, das die Abhandlung aller Prozesssteuerungen ermöglichte. Bei der Bedienoberfläche wurde auf besondere Benutzerfreundlichkeit geachtet, sodaß eine 70 x 70 cm Platte eingesetzt wurde, die ausreichend Platz für die einzelnen physischen Elemente hat. Diese gliedern sich in Steuer- (quadratische Ausführung) und Soundobjekte (Dreieckspyramiden), wobei letztere auf jeder Seite mit unterschiedlichen Markern versehen sind, welche wiederum genau einem Ton zugeteilt werden. Eine zusätzliche unterschiedliche Einfärbung jeder Seite sollte Verwechslungen vermeiden. Je nach Steuermodus (Steuerobjekt auf Play oder Record) werden nun die auf der Bedienoberfläche aufgestellten Soundobjekte in einer Schleife durch ihre referenzierten akustischen Töne wiedergegeben, während visuelles Feedback durch Projektion von farbigen Umrahmungen dargestellt wird. Kindern wird es so ermöglicht, dass sie die Konzentration auf die physischen Objekte richten können und parallel dazu einfache Musiksequenzen erzeugen. Ein schwieriges Erlernen eines Musikinstruments ist somit nicht notwendig und sowohl das Interesse am „Spiel“, als auch der Spaßfaktor liegt dementsprechend hoch, wie abschließende Evaluierungen des Prototyps deutlich aufzeigen konnten.

Die anschließende Evaluierung gliederte sich dabei in zwei Phasen: Zunächst wurde während des Design-Prozesses ein Feedback über die Gestaltung der physischen Objekte gewonnen, danach wurde eine gesamthafte Evaluierung der Umgebung (inklusive Simulation des 4T Umfelds am PC) durchgeführt.

Zuerst fand für den Teilnehmerkreis Kinder in einer Kleingruppe ein Trial statt. Dieser beinhaltet das Testen der physischen Objekte einerseits und andererseits die Gestaltung der gesamten Umgebung (wie etwa Durchführungsort oder zeitliche Ablaufreihenfolge). An dieser Stelle wäre zu erwähnen, dass die Steuerung der Musiksequenzen nicht automatisch durch das Programm erfolgte, sondern von einer Hilfsperson manuell durchgeführt wurde. Eine kurze Befragung rundete den Test ab. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass diese Art von Technologie seinen Anklang bei den Kindern gefunden hat. Die doch etwas unübliche Methode zur Erzeugung von Musik wäre jedoch den meisten zu kompliziert in der Anwendung. Auch die Gestaltung der gesamten Umgebung müsste bei weiteren Anwendungen genauer durchdacht werden.

Eine zusätzliche kurze informelle Evaluierung schließt die Testreihen ab und brachte als Ergebnis, dass sich der Prototyp hinsichtlich Anwenderakzeptanz und Funktionsumfang generell sehr bewährt hat, die Musikgenerierung und die kindgerechte Gestaltung der Umgebung aber noch Verbesserungspotential aufweist.

Eine wichtige Weiterentwicklung des Prototyps wäre die Einbindung von Sprachelementen. Hier sollte Kindern die Möglichkeiten gegeben werden, auch sprachliche Fragmente durch Aneinanderreihen von physischen Objekten in Sätze umwandeln zu können. Weiters wäre auch ein Ausbau des visuellen Feedbacks durchaus sinnvoll. So könnten zum Beispiel die abgespielten Musikinstrumente graphisch an die Spieloberfläche projiziert werden. In späteren Anwendungen sollten Verhaltensmuster erfasst, beziehungsweise analysiert werden und neue Aufschlüsse für etwaige Weiterentwicklungen geben.

Richtet man einen Blick in die Zukunft, so sind rasante Weiterentwicklungen auf dem Gebiet von innovativen Interfaces für Musik zu erwarten. Grund hierfür sind zum einen neue Möglichkeiten aus dem Bereich Tangible Computing, zum anderen auch ein durchaus großes Interesse der Industrie. Bereits heute gibt es eine Vielzahl an ähnlichen, jedoch in ihren Funktionen noch sehr beschränkten Spielzeugen aus dem Bereich Musikerzeugung am Markt. Aber auch im Forschungsbereich entwickeln sich immer neue Projekte auf diesem Gebiet, wodurch wiederum Synergieeffekte entstehen und so den Stand der Techniken und Methoden verbessern.

## Literaturverzeichnis

- [Alonso et al., 2005] Alonso, M. & Keyson, D., MusicCube: Making Digital Music Tangible, CHI 2005, (April 2-7, 2005), Portland, Orego, USA, (2005)
- [Alonso et al., 2006] Alonso, M. & Keyson, D., MusicCube: a physical experience with digital music, Pers Ubiquit Comput, Netherlands, (2006)
- [Andersen, 2005] Andersen, K., Clownsparkles designed at STEIM, <http://www.clownsparkles.com/>, abgerufen am 13.01.2008
- [Banse, 2001] Banse, A., Schriftliche Ausarbeitung des Referats: „Die Entwicklung musikalischer Wahrnehmung von Kindern“, Osnabrück, Deutschland, (2001)
- [Bastian, 2000] Bastian, H., Musik(Erziehung) und ihre Wirkung, Eine Langzeitstudie an Berliner Grundschulen, Mainz, Deutschland, (2000)
- [Berger, 2006] Berger, G., Sociable Reading – Eine empirische Evaluierung einer Software zur Leseförderung durch digitale Annotationen, Magisterarbeit, Wien, (2006)
- [Berry et al., 2005] Berry, R., Makuno, M., Hikawa, N., Suzuki, M. & Inoue, N., Tunes on the table, Multimedia Systems (2005), Kyoto, Japan, (2005)
- [Constanza et al., 2003] Constanza, E., Shelley, S. & Robinson, J., Introduction Audio D-Touch: A tangible user interface for music composition and performance, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Int. Conference on Digital Audio Effects (DADX-03), (Sept. 8-11,2003), London, UK, (2003)
- [Dastbaz, 2002] Dastbaz, M., Designing Interactive Multitmedia systems, London, UK, (2002)
- [Decker-Voigt, 2000], Decker-Voigt H., Aus der Seele gespielt: Eine Einführung in die Musiktherapie, Goldmann Verlag, Deutschland, (2000)
- [Druin, 1999] Druin, A., Cooperative Inquiry: Developing New Technologies for Children with Children, CHI'99, (May 15-20), Pittsburgh, USA, (1999)
- [Druin, 2002] Druin, A., The role of children in the design of new technology, Behaviour and Information Technology, (2002)
- [Fischer et al., 2006] Fischer, T. & Lau, W., Marble Track Music Sequencers for Children, IDC ,06, (June 7-9, 2006) Tampere, Finland, (2006)
- [Fishkin, 2004] Fishkin, K., A taxonomy for and analysis of tangible interfaces, Pers Ubiquit Comput, Seattle, USA, (2004)

- 
- [Fujita et al., 1998] Fujita, M. & Kitano, H., Development of an autonomous quadruped robot for robot entertainment, *Autonomous Robots*, (1998)
- [Gembris, 2002] Gembris, H., Grundlagen musikalischer Entwicklung unter dem spezifischen Aspekt der Kommunikation, (29.11.2002), Wien, (2002)
- [Gilutz et al., 2002] Gilutz, S. & Nielsen, J., Usability of Websites for children: 70 Design Guideline, Freemon, CA, Nielsen Norman Group, USA (2002)
- [Greenberg et al., 2001] Greenberg S. & Fitchett C., Phidgets: Easy Development of Physical Interfaces through Physical Widgets, Calgary, Canada, (2001)
- [Gustorff et al., 2000] Gustorff, D. & Hannich, H., Jenseits des Wortes, Hans Huber Verlag, Bern, Schweiz, (2000)
- [Haldemann, 2006] Haldemann, M., Harmonie und Dissonanz – Gerstl Schönberg Kandinsky – Malerei im Aufbruch, Hatje Cantz Verlag, (2006)
- [Halgren et al., 1995] Halgren, S., Fernandes, T. & Thomas, D., Amazing animation: Movie making for kids desing briefing, CHI ,95, Denver, USA (1995)
- [Hanna et al., 1997] Hanna L., Ridisen, K. & Alexander, K., Guidelines for usability testing with children, In: *interactions* Bd. 4., New York, USA, (1997)
- [Harrison, 2005] Harrison, J., SoundBlocks and Sound Scratch: Tangible and Virtual Digital Sound Programming and Manipulation for Children, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cleveland, USA (2005)
- [Henry et al., 2002] Henry, N., Nakano, H. & Gibson, J., Block Jam, Proceedings of of the 29th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 2002, (July 23-26, 2002), San Antonio, Texas, USA, (2002)
- [Horn et al., 2007] Horn, M.S. & Jacob R.J.K., Designing Tangible Programming Languages for Classroom Use, TEI'07 (February 15-17), Louisiana, USA, (2007)
- [Ishii et al.,1997] Ishii, H. & Ullmer, B., Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, Proceedings of CHI '97 (March 22 – 27, 1997), Los Angeles, USA, (1997)
- [Ishii et al., 1999] Ishii, H., Chun, B., Orbanes, J., Paradiso, J. & Wisneski, C., Ping-PongPlus: Design of an Athletic-Tangible Interface for Computer-Supported Cooperative Play, CHI '99 Pittsburgh, USA, (1999)
- [Markewicz, 2006] Markewicz, U., Evolution und aktuelle Forschungsrends von Tangible User Interfaces und deren Klassifizierung anhand von spezifischen Taxonomien, Diplomarbeit, Wien, Austria, (2006)
- [Moon et al., 2004] Moon, S., Do E. & Gross, M., Bach Blocks, HCII 12<sup>th</sup> Anniversary Celebration, (March 20-21, 2006), Pittsburgh, USA, (2006)



- 
- [Morawe, 2001] Morawe, V., His Master's Voice - Board Game, <http://www.fursr.com/details.php?id=3&pid=3>, Colonge, Germany, (2001), abgerufen am 19.12.2007
- [Muench, 2000] Muench, W., Furukawa, F. & Fujihata, M., Small Fish - Kammermusik mit Bildern für Computer und Spieler, [http://hosting.zkm.de/wmuench/small\\_fish](http://hosting.zkm.de/wmuench/small_fish), abgerufen am 12.02.2008
- [Nimoy, 2005] Nimoy, J., Froggies - Table of animal noises, <http://www.we-make-money-not-art.com/archives/004194.php>, abgerufen am 10.11.2007
- [Patten et al., 2001] Patten, J., Ishii, H., Hines, J. & Pangaro G., Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces, CHI 2001, (March 31, - April 5), Seattle, Washington, (2001)
- [Patten et al., 2002] Patten, J., Recht, B. & Ishii, H., Audiopad: A Tag-based Interface for Musical Performance, Proceedings of the 2002 conference on New interfaces for musical expression, Dublin, Ireland, (2002)
- [Patten et al., 2003], Patten, J., & Recht, B., AudioPad, Ars Electronica 2003, <http://www.aec.at/de/festival2003/programm/project.asp?area=11&iProjectID=12115>, abgerufen am 12.01.2008
- [Read, 2006], Read, J., IDC Masterclass, IDC 2006 (June 7), Tampere, Finland, (2006)
- [Ryokai et al., 1999] Ryokai, K. & Cassell, J., StoryMat: A Play Space for Collaborative Storytelling, Proceedings of CHI '99, Cambridge, USA, (1999)
- [Ryokai et al., 2001] Ryokai, K. & Cassell, J., Making Space for Voice: Technologies to Support Children's Fantasy and Storytelling, Springer-Verlag, London, UK, (2001)
- [Ryokai, K., 2001] Ryokai, K., Animal Blocks, <http://www.media.mit.edu/gnl/projects/animalblocks/>, abgerufen am 17.10.2007
- [Ryokai et al., 2004] Ryokai, K., Marti, S., Ishii, H., I/O Brush: Drawing with Everyday Objects as Ink, Proceedings of CHI 2004, (April 24-29), Vienna, Austria, (2004)
- [Ryokai et al., 2005] Ryokai, K., Marti, S. & Ishii, H., Designing the World as your Palette, Proceedings of CHI 2005, (April 2-7), Oregon, USA, (2005)
- [Schmidt, 2002] Schmidt, M., Die Wirkung von Musik auf die Psyche des Menschen – unter besonderer Berücksichtigung der Wirkung von Hintergrundmusik, Graz, Österreich, (2002)
- [Schramm, 2007] Schramm, S., Mein Bauch gehört dir, Die Zeit - Ausgabe Nr. 33, Deutschland, (2007)

- 
- [Shneiderman et al., 1998] Shneiderman B. & Plaisant C., Information visualization advanced interface and Web design, CHI 98 (April 18-23), Los Angeles, USA (1998)
- [Terrenghi et al., 2006] Terrenghi, L., Kranz, M., Holleis, P. & Schmidt, A., A Cube to learn: a tangible user interface for the design of a learning appliance, Pers Ubiquit Comput (2006), Germany, (2006)
- [Tomitsch et al., 2006] Tomitsch, M., Grechenig, T., Kappel, K. & Költringer, T., Experiences from Designing a Tangible Musical Toy for Children, Proceedings of IDC'06, (June 7-9, 2006), Tampere, Finland, (2006)
- [Uden et al., 2000] Uden L. & Dix A., Iconic Interface For Kids On The Internet, IFIP World Computer Congress, Beijing, China (2000)
- [Ullmer et al., 1997] Ullmer, B. & Ishii, H., The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces, UIST 97, Banff, Alberta, Canada, (1997)
- [Wang, 2006] Wang, T., Tangible Notes, CoDe Lab Open House, (March 07, 2006), Pittsburgh, Pennsylvania, (2006)
- [Wolf , 2002] Wolf, M., A tangible interface that enables children to record, modify and arrange sound samples in a playful way, Diploma, University of Applied Sciences Cologne, Department of Design, (2002)
- [Wyeth et al, 2001] Wyeth, P. & Wyeth, G., Electronic Blocks: Tangible Programming Elements for Preschoolers, (2001)
- [Wyeth et al, 2003] Wyeth, P. & Purchase, C. H., Using Developmental Theories to Inform the Design of Technology for Children, IDC 2003, Preston, UK, (2003)
- [Zigelbaum et al., 2006] Zigelbaum, J., Millner, A., Desai, B. & Ishii, H., Body Beats: Whole-Body, Musical Interfaces for Children, CHI 2006, (April 22-27), Montreal, Canada, (2006)

## Abbildungen Quellenverzeichnis

- Abbildung 1: <http://ochtrup.muensterland.de/magazin/artikel.php?artikel=5873&type=&menuid=227&topmenu=99>, abgerufen am 25.05.2008
- Abbildung 2: [Berry et al., 2005]
- Abbildung 3: Screenshot, erstellt am 19.2.2007
- Abbildung 4: <http://members.dcn.org/dwnelson/XeroxStarRetrospective.html>, abgerufen am 25.09.2007
- Abbildung 5: <http://sigchi.org/chi97/proceedings/paper/hi.htm>, abgerufen am 23.10.2007
- Abbildung 6: <http://sigchi.org/chi97/proceedings/paper/hi.htm>, abgerufen am 23.10.2007
- Abbildung 7: <http://sigchi.org/chi97/proceedings/paper/hi.htm>, abgerufen am 23.10.2007
- Abbildung 8: [Ishii et al.,1997]
- Abbildung 9: [Ishii et al.,1997]
- Abbildung 10: [Ishii et al.,1997]
- Abbildung 11: [Ishii et al.,1997]
- Abbildung 12: [Ishii et al., 1999]
- Abbildung 13: [Ishii et al., 1999]
- Abbildung 14: [Ishii et al., 1999]
- Abbildung 15: [Patten et al., 2002]
- Abbildung 16: [Alonso et al., 2005]
- Abbildung 17: [Alonso et al., 2005]
- Abbildung 18: [Alonso et al., 2005]
- Abbildung 19: <http://www.sonydsl.co.jp/IL/projects/blockjam/> abgerufen am 26.09.2007
- Abbildung 20: <http://www.sonydsl.co.jp/IL/projects/blockjam/> abgerufen am 26.09.2007
- Abbildung 21: [Henry et al., 2002]
- Abbildung 22: <http://www.sonydsl.co.jp/IL/projects/blockjam/> abgerufen am 26.09.2007
- Abbildung 23: [Muench, 2000]
- Abbildung 24: [Constanza et al., 2003]
- Abbildung 25: [Constanza et al., 2003]
- Abbildung 26: [Morawe, 2001]
- Abbildung 27: [Ryokai et al., 2005]
- Abbildung 28: [Ryokai et al., 2004]
- Abbildung 29: [Wyeth et al, 2001]
- Abbildung 30: [Wyeth et al, 2001]

- 
- Abbildung 31: [Wyeth et al, 2001]  
Abbildung 32: [Terrenghi et al., 2006]  
Abbildung 33: [Terrenghi et al., 2006]  
Abbildung 34: [Horn et al., 2007]  
Abbildung 35: [Horn et al., 2007]  
Abbildung 36: [Ryokai et al., 1999]  
Abbildung 37: [MIT Media Lab, 2001]  
Abbildung 38: [Harrison, 2005]  
Abbildung 39: [Harrison, 2005]  
Abbildung 40: [Harrison, 2005]  
Abbildung 41: [Fischer et al., 2006]  
Abbildung 42: [Fischer et al., 2006]  
Abbildung 43: [Fischer et al., 2006]  
Abbildung 44: [Fischer et al., 2006]  
Abbildung 45: [Zigelbaum et al., 2006]  
Abbildung 46: [Zigelbaum et al., 2006]  
Abbildung 47: [Zigelbaum et al., 2006]  
Abbildung 48: [Zigelbaum et al., 2006]  
Abbildung 49: [Wang, 2006]  
Abbildung 50: [Moon et al., 2004]  
Abbildung 51: [Moon et al., 2004]  
Abbildung 52: [Wolf, 2002]  
Abbildung 53: [Nimoy, 2005]  
Abbildung 54: [Nimoy, 2005]  
Abbildung 55: [Clownsparticles, 2005]  
Abbildung 56: <http://www.zizzle.com/V15v2/products/product-zoundz.html>, abgerufen am 12.01.2008  
Abbildung 57: <http://www.yamaha.co.jp/product/musictable/> abgerufen am 12.01.2008  
Abbildung 58: <http://www.fisher-price.com>, abgerufen am 12.4.2007  
Abbildung 59: [Druin, 1999]  
Abbildung 60: [Druin, 1999]  
Abbildung 61: [Druin, 1999]  
Abbildung 62: [Druin, 2002]  
Abbildung 63: Foto, aufgenommen am 10.06.2008 in Mank  
Abbildung 64: Foto, aufgenommen am 10.06.2008 in Mank  
Abbildung 65: Foto, aufgenommen am 10.06.2008 in Mank  
Abbildung 66: Foto, aufgenommen am 10.06.2008 in Mank  
Abbildung 67: [Tomitsch et al., 2006]  
Abbildung 68: <http://www.phidgets.com/products.php?category=4> abgerufen am 19.05.2008  
Abbildung 69: <http://deco.inso.tuwien.ac.at/index.php?id=136> abgerufen am

19.05.2008

Abbildung 70: <http://reactable.iaa.upf.edu/?software>

Abbildung 71: <http://deco.inso.tuwien.ac.at/index.php?id=136> abgerufen am 19.06.2008

Abbildung 72: Screenshot, erstellt am 03.07.2008

Abbildung 73: Screenshot, erstellt am 03.07.2008

Abbildung 75: Screenshot, erstellt am 03.07.2008

Abbildung 74: Screenshot, erstellt am 03.07.2008

Abbildung 76: Foto, aufgenommen am 30.06.2008 in Mank

## Anhang

### Fragebogen zum 4T Musikspielzeug Trial

Name: \_\_\_\_\_

#### **Fragen zum 4T Musikspielzeug**

Würdest du dir so ein Spielzeug kaufen?



Findest du so ein Musikspielzeug interessant?



Ist die Logik einfach zu verstehen?



Findest du 3-Eck-Pyramiden als Steuerelement in Ordnung?



Würdest du die Objekte in ihrer Form ändern?



#### **Fragen zur Trialumgebung**

Hat dir der 4T Musik-Trial Spaß gemacht?



Hat dir das Umfeld des Trials gepasst?



War die Durchführungsdauer passend?



Würdest du wieder bei so einem Trial mitmachen?



**Allgemeine Fragen**

Hast du den gesamten Ablauf als lehrreich empfunden?



War das Zusammenspiel mit den anderen Kindern lustig und zugleich interessant?



Entsprach der Trial ungefähr deinen Vorstellungen?



Wirst du das Erlebnis in deinen Freundeskreis weitererzählen?

