



WINTEC 2016

*Wissenschaftspreis Inklusion durch **Naturwissenschaften** und **TEchnik***

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber: Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, Stubenring 1, A-1010 Wien ▪ Verlags- und Herstellungsort: Wien ▪ Titelbild: © istcokphoto.com/bmask ▪ Druck: Sozialministerium ▪ ISBN: 978-3-85010-461-6

Alle Rechte vorbehalten: Jede Verwertung (auch auszugsweise) ist ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig. Dies gilt insbesondere für jede Art der Vervielfältigung, der Übersetzung, der Mikroverfilmung, der Wiedergabe in Fernsehen und Hörfunk, sowie der Verarbeitung und Einspeicherung in elektronische Medien, wie z. B. Internet oder CD-Rom.

Zu beziehen über das Bestellservice des Sozialministeriums unter der Nummer 01 711 00-86 25 25 sowie unter der Internetadresse: www.sozialministerium.at/broschuerenservice

Weitere Informationen finden Sie auf www.sozialministerium.at/WINTEC

Ein Video vom WINTEC 2016 finden Sie hier:



INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Der Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaften und Technik (WINTEC) 2016	7
Wintec Preis 2016 – Innovative Idee und kreative Umsetzung in der GWS	11
Kurzbeschreibungen	15
1. Preis: Lorm Hand tragbare Kommunikationsgeräte für Taubblinde	17
2. Preis: Interaktionshilfen für Menschen mit schweren Bewegungseinschränkungen	31
3. Preis: SALB – Sprachsynthese von Auditiven Lehrbüchern für blinde SchülerInnen	55



Bildbeschreibung: Wintec Trophäe 2016 man sieht den 1. Preis an Tom Bieling - Durch den kreativen Gestaltungsprozess entstand ein einzigartiges Design, das von Style und Innovation geprägt ist. Dafür bilden das Wintec Logo, Plexiglas und eine LED Taschenlampe die Grundsteine. Transparentes und blau-transluzentes Plexiglas, Metalldekorplatten, Holz- und Leichtholzplatten waren die Basisstoffe der Herstellung. Die Produktion erfolgte mit Fräs-, Bohr- und Lasermaschinen. Zum Schluss wurden die Einzelteile assembliert und zur WINTEC-Trophäe 2016 zusammengefügt. Zu sehen ist die stilisiert WINTEC-Hand die ein Zahnrad dreht welches wieder in andere Zahnräder hineingreift. Dabei befinden sich in den Zahnrädern Menschen beider Geschlechts und unterschiedlichsten Alters in verschiedenen Positionen. Eben auch ein Rollstuhlfahrer mitten drin inkludiert. © GWS



© Johannes Zinner

VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,

Wissenschaft kann und soll einen Beitrag für die Gesellschaft leisten. Dass sie dazu im Stande ist und dies auch sehr erfolgreich machen konnte auf eindrucksvolle Art und Weise bei der WINTEC-Preisverleihung am 6. Oktober 2016 bewiesen werden. An diesem Tag wurde der WINTEC, der Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaft und Technik, durch das Sozialministerium bereits zum zweiten Mal vergeben.

Die Themen „Inklusion“ und „Abbau von Barrieren“ sind mir besonders wichtig und sollen als solche in meinem Ressort einen besonderen Stellenwert haben. Diesen Stellenwert unterstreicht die wiederholte Auslobung und Vergabe des WINTEC-Preises der genau dies fördert. Dabei soll nicht nur die Wissenschaft in ihrem Tun und Handeln finanziell unterstützt und mit einem Preis ausgezeichnet werden, sondern vor allem die breite Öffentlichkeit von den herausragenden Forschungsergebnissen für die Inklusion erfahren.

Einen Teil dieser Botschaft haben Sie nun in diesem Moment vor sich, entweder als Druckwerk oder PDF.

Dank unserer WINTEC-PreisträgerInnen, können Sie sich diesen Text aber auch via „**Lorm-Hand**“ (ein Tragbares Kommunikationsgerät für Taubblinde), der Navigation auf einer Internetseite mit Hilfe von einer „**Interaktionshilfen für Menschen mit schweren Bewegungseinschränkungen**“ oder aber auch durch die **SALB-Technik** (Sprachsynthese von Auditiven Lehrbüchern für Blinde SchülerInnen), erschließen.

Naturwissenschaft und Technik können die Inklusion in einer Gesellschaft vorantreiben. Umsetzen muss es jedoch immer ein Mensch. Abschließend gratuliere ich nochmals recht herzlich allen WINTEC-PreisträgerInnen und freue mich bereits jetzt schon sehr auf die Einreichungen zum nächsten WINTEC 2018.



Bildbeschreibung: Wintec Trophäen 2016 ausgeschnittener Bildbereich zweier hintereinanderstehender Preise mit dem Schriftzug „WINTEC 2016“ prominent im Vordergrund. © GWS

DER WISSENSCHAFTSPREIS INKLUSION DURCH NATURWISSENSCHAFTEN UND TECHNIK (WINTEC) 2016

Nach dem erfolgreichen ersten Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaften und **TE**chnik (WINTEC) 2015, fand 2016 die Ausschreibung nun bereits zum zweiten Mal und mit deutlich erhöhten Preisgeldern statt.

Der WINTEC dient der weiteren Stärkung von Innovationen im Themenfeld Inklusion und wird vom Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz ausgeschrieben.

Mit dem Wissenschaftspreis WINTEC werden Projekte, die zum Abbau von Barrieren und zur Stärkung des Inklusionsgedankens beitragen, ausgezeichnet. Gesucht werden innovative wissenschaftliche Projekte, die zukunftsweisend für die Inklusion von Menschen mit Behinderung in der Gesellschaft sind. Die Termini „Naturwissenschaften“ und „Technik“ sind in diesem Zusammenhang in einem weiten Begriff zu verstehen. Dabei wird der Fokus auf Projekte gelegt, die geeignet sind das gesellschaftliche Miteinander von Menschen mit und ohne Behinderung zu fördern und damit die Inklusion voranzutreiben.

Inklusion

Mit dem Nationalen Aktionsplan für Menschen mit Behinderung ist das Thema „Inklusion“ als Staatsziel der Bundesregierung in den letzten Jahren vermehrt in das Zentrum der öffentlichen Wahrnehmung gerückt und gewinnt, angesichts der demographischen Entwicklung, immer mehr an Bedeutung.

Besondere Bedeutung bekommt in diesem Zusammenhang unter anderem die Barrierefreiheit für mobilitätseingeschränkte Personen, aber auch der barrierefreie Zugang zu Informationen im Zeitalter der virtuellen Informationsgesellschaft als wesentlicher Faktor der Inklusion. Auch andere Faktoren können oftmals einen wesentlichen Beitrag zu einer inklusiven Gesellschaft leisten.

Die Beseitigung von Barrieren in allen Bereichen ist wesentlich für die Gleichstellung und die Inklusion von Menschen mit Behinderung in der Gesellschaft. Mit Inkrafttreten des Bundes-Behindertengleichstellungsgesetzes am 1. Jänner 2006 und der Ratifizierung der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderung im Jahr 2008 wurden hierfür bereits wichtige Voraussetzungen geschaffen. Ein weiterer Schritt in diese Richtung ist die Erstellung einer Strategie zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention (Nationaler Aktionsplan Behinderung 2012-2020). Darin werden längerfristige behindertenpolitische Zielsetzungen und Maßnahmen für den Zeitraum bis 2020 definiert.

Durch die Umsetzung von 250 Maßnahmen soll die UN-Behindertenrechtskonvention in Österreich umgesetzt werden. Diese Maßnahmen umfassen die Bereiche Behindertenpolitik, Diskriminierungsschutz,

Barrierefreiheit, Bildung, Beschäftigung, Selbstbestimmtes Leben, Gesundheit und Rehabilitation sowie Bewusstseinsbildung und Information. Wir haben bereits über die Hälfte der NAP-Maßnahmen positiv umgesetzt. Der WINTEC ist eine dieser Maßnahmen.

Kriterien

Willkommen sind alle Einreichungen, die der gesteckten Zielsetzung dienen. Einreichungen **aus allen Wissenschaftsfeldern**, ohne Einschränkungen auf ein bestimmtes Feld der Naturwissenschaften und der Technik in denen **innovative Lösungen zur Inklusion von Menschen mit Behinderung** eingesetzt werden.

Dies kann sowohl im Bereich **Architektur**, in der **Informatik**, im **Maschinenbau** oder in anderen technischen Bereichen liegen, als auch Bereiche der **Medizin**-, oder **Rehabilitationstechnik** oder auch der **Pharmazie**, welche bahnbrechende Lösungen beinhalten, umfassen. Daher sind alle Einreichungen ausdrücklich erwünscht, die helfen einen Schritt vorwärts zum gesellschaftspolitisch angestrebten **Ziel der Inklusion** zu machen.

Für den WINTEC 2016 konnten „nur“ österreichische wissenschaftliche Arbeiten eingereicht werden. Das heißt sie mussten an österreichischen Universitäten oder Fachhochschulen publiziert bzw. eingereicht und bereits abgenommen worden sein, oder es handelte sich um Arbeiten, die in österreichischen wissenschaftlichen Fachblättern oder von österreichischen StaatsbürgerInnen in internationalen Fachblättern publiziert wurden. Den Einreichungen musste eine Zusammenfassung im Ausmaß von max. 15 Seiten beigeschlossen sein, die eine Kurzfassung der Arbeit, sowie eine Darstellung der konkreten Auswirkungen auf die Inklusion von Menschen mit Behinderung enthielt.

Jury

Die eingereichten Projekte wurden von einer aus Expertinnen und Experten aus dem Bereich der Wissenschaft und der Inklusion von Menschen mit Behinderung zusammengesetzten Fachjury bewertet:

- **O.Univ.Prof.ⁱⁿ DIⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Sabine Seidler**, *Rektorin der Technischen Universität Wien*
- **DIⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Michaela Fritz**, *Vizerektorin für Forschung und Innovation an der Medizinischen Universität Wien*
- **DIⁱⁿ Univ.-Lekt.ⁱⁿ Monika A. Klenovec**, *Botschafterin von „design for all“*
- **Dr. Klaus Voget**, *Präsident des ÖAR & ÖZIV*
- **Dr. Erwin Buchinger**, *BM a.D., Behindertenanwalt*
- **Univ.-Prof. Dr. Christoph Gisinger**, *Direktor, Haus der Barmherzigkeit, Lehrkrankenhaus der Medizinuniversität Wien*
- **O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. A Min Tjoa**, *Vorstand der ifs Information & Software Engeneering Group der TU-Wien*
- **Ao.Univ.Prof. Dr. Wolfgang L. Zagler**, *Leiter von forttec/AAT „Zentrum für angewandte assistierende Technologien“*

und die drei Erstgereihten mit **Preisgeldern** prämiert:

- 1. Preis 10.000 EUR
- 2. Preis 5.000 EUR
- 3. Preis 3.000 EUR



Bildbeschreibung: Anwesende WINTEC-Jury 2016 mit Moderator Werner Gruber v.l.n.r. Zagler, Tjoa, Seidler, Gisinger, Fritz, Buchinger. © bka/christopher.dunker

Darüber hinaus werden die ausgezeichneten Projekte in der vorliegenden Publikation des Sozialministeriums und auf der Internetseite des Sozialministeriums veröffentlicht.

Die Preisverleihungen fanden am 6. Oktober 2016 in den Räumlichkeiten des Sozialministeriums im Rahmen eines Festaktes statt. Dabei wurde im messeähnlichen Rahmen den Fest- und Ehrengästen die Projekte nochmals ganz konkret von den PreisträgerInnen vorgestellt und erlebbar gemacht.



Bildbeschreibung: Geschäftsführerin Mag.^a Astrid Lamprechter überreicht Sozialminister Stöger die produzierten Trophäen der Geschützte Werkstätte – Integrative Betriebe Salzburg GmbH (GWS). © bka/christopher.dunker

WINTEC PREIS 2016 – INNOVATIVE IDEE UND KREATIVE UMSETZUNG IN DER GWS

Die Geschützte Werkstätte – Integrative Betriebe Salzburg GmbH (GWS) durfte heuer zum ersten Mal die WINTEC-Trophäe designen und fertigen.

Durch den kreativen Gestaltungsprozess entstand ein einzigartiges Design, das von Style und Innovation geprägt ist. Dafür bilden das Wintec Logo, Plexiglas und eine LED Taschenlampe die Grundsteine. „Eine Taschenlampe brachte uns auf die Idee der indirekten Ausleuchtung“, verrät Mag.a Astrid Lamprechter, Geschäftsführerin der GWS.

Transparentes und blau-transluzentes Plexiglas, Metalldekorplatten, Holz- und Leichtholzplatten waren die Basisstoffe der Herstellung. Die Produktion erfolgte mit Fräs-, Bohr- und Lasermaschinen. Zum Schluss wurden die Einzelteile assembliert und zur WINTEC-Trophäe 2016 zusammengefügt. Dabei hat die langjährige Erfahrung der GWS im Bereich der Fertigung von Sporttrophäen natürlich wertvolle Anregungen und Ideen geliefert.

Wesentlich für die GWS war, dass alle Arbeitsschritte im Unternehmen durchgeführt werden konnten. Nur bei der Herstellung des Holzsockels musste auf externe Unterstützung gesetzt werden. Dabei haben die KollegInnen von der Geschützten Werkstätte Tirol unterstützt.

Geschützte Werkstätte – Integrative Betriebe Salzburg GmbH

„Profis mit Verantwortung“ ist das Motto der Geschützten Werkstätten – Integrative Betriebe Salzburg GmbH (GWS). Über drei Jahrzehnte hat sich die GWS in vielfältigen Branchen, Fertigungstechniken und diversen Dienstleistungssektoren zum kompetenten Partner entwickelt. Der Qualitätsanspruch der GWS ist umfassend und erstreckt sich von der Produktqualität, über Termintreue und Freundlichkeit bis hin zu einem sinnvollen Umgang mit ökologischen Ressourcen.

Als Arbeitgeber übernimmt die GWS Verantwortung für ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Neben der wirtschaftlichen Stabilität übernimmt die GWS auch eine wichtige gesellschaftliche Verantwortung. Als Integrativer Betrieb beschäftigt sie im gesamten Bundesland Salzburg rund 470 Personen, davon 75% mit Beeinträchtigung(en). An drei verschiedenen Standorten im Bundesland Salzburg wird in vielfältigen Aufgabengebieten – wie Textilveredelung, technische Montagen und Reinraummontagen bis hin zu Souvenirartikeln, Grünraumpflege und Reinigung - gearbeitet. Erfolgreich seit Jahrzehnten!

Weitere Informationen zum Unternehmen finden Sie auf www.gws.at



Bildbeschreibung: Designsitzung zur Erstellung der Trophäe – ein Finger zeigt auf den Bildschirm des Grafikers auf dem die WINTEC-Trophäe entsteht. © GWS



*Bildbeschreibung: Lasergravur des Wintec-Schriftzuges
© GWS*



*Bildbeschreibung: Trophäenkomponenten,
WINTEC-Schild, Zahnräder, Plexiglas. © GWS*



Bildbeschreibung: Bohrungen für die indirekte LED-Beleuchtung © GWS



Bildbeschreibung: Aufkleben der Metalleffektkomponenten © GWS



Bildbeschreibung: Teilarbeitsschritt der Plexiglas-komponenten © GWS



Bildbeschreibung: Laserschneiden der Metalleffektfolie © GWS



© istockphoto.com/bmask

KURZBESCHREIBUNGEN

1. Preis: Lorm Hand tragbare Kommunikationsgeräte für Taubblinde

Taubblinde Menschen leben aufgrund ihrer Seh- und Höreinschränkung häufig sehr isoliert. Eine der Kommunikationsformen, mit denen sich taubblinde Menschen ihrer Außenwelt mitteilen können, ist das Lorm-Alphabet. Mit Tast- und Streichbewegungen schreibt man seinem Gesprächspartner Nachrichten in die Handfläche. Ein Gespräch ist nur möglich mit Menschen, die das Lorm-Alphabet beherrschen und die nah genug sind, um sich anfassen zu können. Gemeinsam mit „Betroffenen“ und einem jungen Team internationaler DesignforscherInnen entwickelt Tom Bieling ein mobiles Kommunikationsgerät in Form eines Handschuhs, mit dessen Hilfe sich das Lorm-Alphabet in digitalen Text übersetzen lässt und umgekehrt. Mit Hilfe kleiner Sensoren kann der gelormte Text beispielsweise per SMS oder Email verschickt, als Sprachnachricht ausgegeben und in sozialen Netzwerken (z. B. Facebook, Twitter) gepostet werden. Umgekehrt kann der/die Benutzer/in mit Hilfe kleiner, im Handschuh befindlicher Vibrationsmotoren, empfangene Sprach- oder Textnachrichten haptisch wahrnehmen. Taubblinde Menschen können dadurch mit anderen Menschen kommunizieren, selbst wenn diese sich ganz woanders befinden.

2. Preis: Interaktionshilfen für Menschen mit schweren Bewegungseinschränkungen

Im Zuge des AsTeRICS Academy Projektes der FH Technikum Wien werden neuartige Interaktionshilfen für Menschen mit eingeschränkter Mobilität entwickelt: Die „FlipMouse“ ist eine kostengünstige Mundsteuerung für Computer und Smartphones, die durch Berührung mit den Lippen oder Fingerkuppen verwendet werden kann. Weiteren Sensoren und eine flexible Konfigurations-Software erlauben die Anpassung an individuelle Bedürfnisse und Fähigkeiten. Die FlipMouse kann auch zur Fernsteuerung von Haushaltsgeräten und Unterhaltungselektronik über Infrarot eingesetzt werden. Durch die Kombination mit Augensteuerungen ermöglicht dieses System eine effiziente und präzise Kontrolle des Maus-Cursors. Eine kreative Einsatzmöglichkeit dieser Technologie ist die Verwendung als barrierefreies Musikinstrument zur Ansteuerung elektronischer Klangerzeuger. Die Lösungen sind als Open Source Hardware und Software sowohl für ForscherInnen als auch für EndanwenderInnen kostenfrei nutzbar. Das AsTeRICS Academy Projekt wurde von der Stadt Wien (MA23, Projektnummer 14-02) finanziell unterstützt.

3. Preis: SALB – Sprachsynthese von Auditiven Lehrbüchern für blinde SchülerInnen

Informationstechnologie im Allgemeinen und Sprachtechnologie im Besonderen haben den Zugang zu Informationen für blinde und sehgeschädigte BenutzerInnen stark verbessert. Heute können blinde NutzerInnen auf die gesamte Information im Web mittels sprachbasierter Benutzeroberflächen zugreifen. In unserem Projekt wurde Sprachsynthese für auditive Lehrbücher und Audiospiele evaluiert. Außerdem wurde der Einfluss von verschiedenen sozialen Rollen (LehrerInnen - SchülerInnen) sowie von Selbst- und

Fremdwahrnehmung untersucht, der zwischen dem Hörenden und der Person dessen Stimme synthetisiert wird, besteht. Dazu wurden synthetische Stimmen entwickelt die so klingen wie die Stimmen der beteiligten Lehrer- und SchülerInnen. Mit diesen Stimmen wurde gezeigt, dass die Interaktivität von Audiospielen verbessert wird wenn die eigene synthetische Stimme verwendet wird.



Bildbeschreibung: Bieling bekommt von Bundesminister Stöger den 1. Preis und den Siegerscheck im Wert von 10.000,- Euro überreicht. © bka/christopher.dunker



© Design Research Lab
– Matthias Steffen

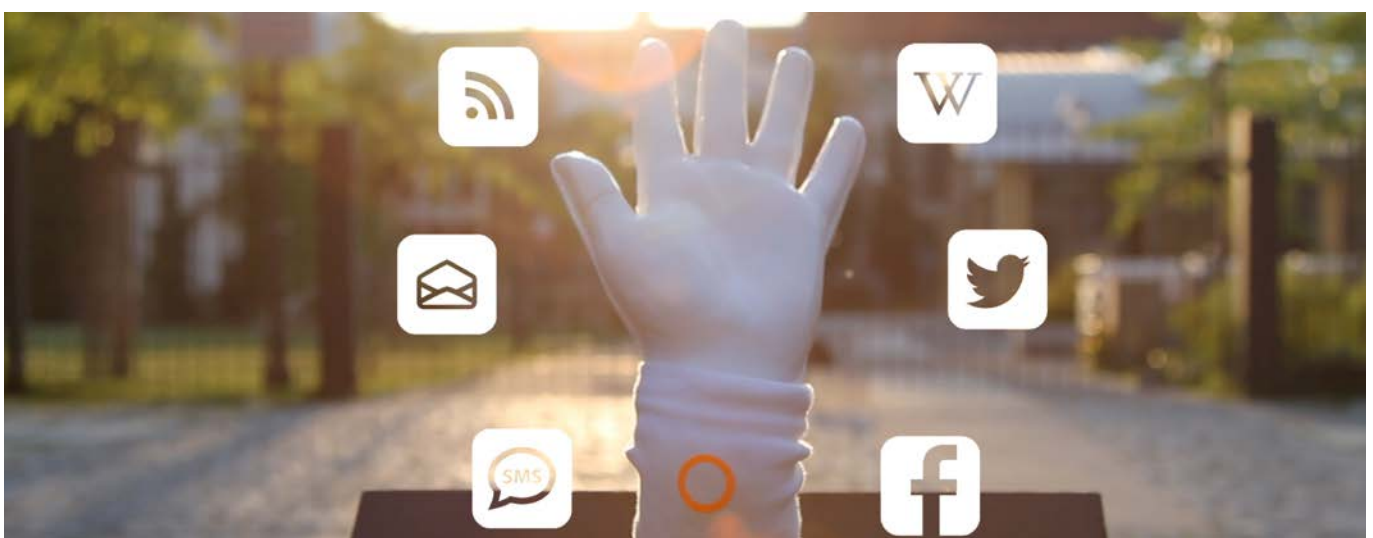
1. PREIS: LORM HAND tragbare Kommunikationsgeräte für Taubblinde

Dipl. Designer Tom Bieling

Kurzzusammenfassung

Gesellschaftlich marginalisierte Gruppen wie die der taubblinden Menschen werden von unterschiedlichen Formen der Kommunikation mitunter stark ausgeschlossen. Gemeinsam mit „Betroffenen“ und einem jungen Team internationaler DesignforscherInnen entwickelt Tom Bieling ein mobiles Kommunikationsgerät in Form eines Handschuhs, mit dessen Hilfe sich das deutsche Tastalphabet Lorm in digitalen Text übersetzen lässt und umgekehrt.

Mit Hilfe kleiner Sensoren kann der gelormte Text beispielsweise per SMS oder Email verschickt, als Sprachnachricht ausgegeben und in sozialen Netzwerken (z. B. Facebook, Twitter) gepostet werden. Umgekehrt kann der/die Benutzer/in mit Hilfe kleiner, im Handschuh befindlicher Vibrationsmotoren, empfangene Sprach- oder Textnachrichten haptisch wahrnehmen. Taubblinde Menschen können dadurch mit anderen Menschen kommunizieren, selbst wenn diese sich ganz woanders befinden.



Bildbeschreibung: Das Bild zeigt die LormHand (Version 1.0) umgeben von verschiedenen Symbolen. Die Symbole zeigen an, welche Medienkanäle Taubblinde mit Hilfe der LormHand nutzen können. Zum Beispiel Twitter, Facebook, SMS, Email oder Wikipedia. © Kai Hattermann

Das Projekt

Taubblinde Menschen leben aufgrund ihrer Seh- und Höreinschränkung häufig sehr isoliert. Eine der Kommunikationsformen, mit denen sich taubblinde Menschen ihrer Außenwelt mitteilen können, ist das Lorm-Alphabet. Mit Tast- und Streichbewegungen schreibt man seinem Gesprächspartner Nachrichten in die Handfläche. Ein Gespräch ist nur möglich mit Menschen, die das Lorm-Alphabet beherrschen und die nah genug sind, um sich anfassen zu können.

Die ohnehin schon schwierige Kommunikation mit der Außenwelt wird dadurch also noch erschwert. Unser Team erforscht und entwickelt in enger Zusammenarbeit mit „Betroffenen“ technische Lösungsmöglichkeiten:

Der **Lorm Glove** kann das Lorm-Alphabet in digitalen Text übersetzen und umgekehrt. Mit Hilfe kleiner Sensoren kann der gelormte Text beispielsweise per SMS oder Email verschickt oder als Sprachnachricht ausgegeben werden. Eingehende Nachrichten werden vom Handschuh mit Hilfe kleiner Motoren als Vibrationen wiedergegeben.

Taubblinde Menschen können dadurch mit anderen Menschen kommunizieren, selbst wenn diese sich ganz woanders befinden. Ergänzend zu diesem mobilen „wearable“ wurde außerdem ein stationäres Gerät in Form einer physischen Hand entwickelt: Die **Lorm Hand**. Mit ihr können Nachrichten automatisch auf den sozialen Netzwerken Twitter und Facebook gepostet werden.

Mit Hilfe eines Monitors, auf dem der geschriebene Text in Echtzeit erscheint, haben zudem Sehende die Möglichkeit, das Lorm-Alphabet auf der Lorm Hand auszuprobieren und zu erlernen.

Das Projekt ist eingebettet in das Forschungsprojekt „Interaktiv Inklusiv – Tools for Empowerment“, in dem das Forschungsteam im Rahmen von Tom Bielings Promotion Zusammenhänge von Design, Technik und Behinderung untersucht.

Ausgangspunkt ist dabei die Fragestellung, welche Rolle (Technologie-) Gestaltung in Bezug auf Inklusion spielen kann. Dies bezieht sich sowohl auf den Aspekt der Gestaltungsergebnisse (z. B. Assistive Geräte), als auch auf den Aspekt der Forschungs- und Gestaltungsprozesse (v.a. Partizipation, Teilhabe).

Im Zuge dieses partizipativen Forschungsprojektes werden gemeinsam mit Gehörlosen, Blinden, Taubblinden und Hör-Sehbehinderten unterschiedliche Phasen der Konzept- und Produktentwicklung untersucht. Ziel ist es, spezifische Herausforderungen im Alltag primär oder sekundär Betroffener in Bezug auf Kommunikation, Wahrnehmung, Wissenstransfer und soziale Interaktion aufzuspüren, sowie gemeinsam Lösungskonzepte zu entwickeln.

Im Rahmen des partizipativen Forschungsprozesses werden hierbei unterschiedliche Kommunikationsgeräte konzipiert, erprobt und entwickelt. So auch der Lorm Glove und die Lorm Hand.

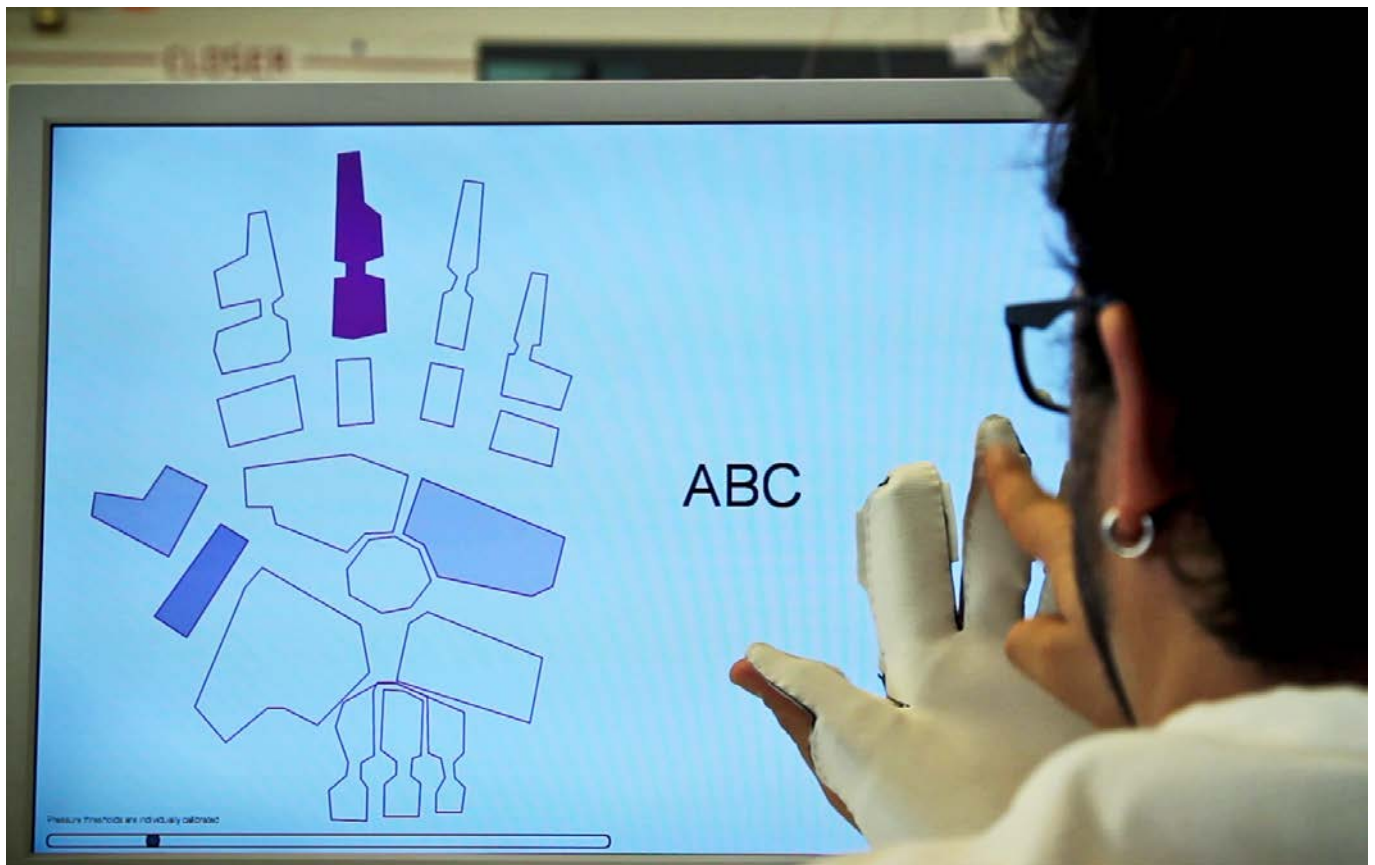
Und so funktioniert's: Zwei kurze Videos zu beiden genannten Projekten findet sich unter folgenden Links

Lorm Glove 1.0 (Video 2:20 min)

<http://tinyurl.com/lk9g69e>

Lorm Glove 3.0 + Lorm Hand (Video 3 min)

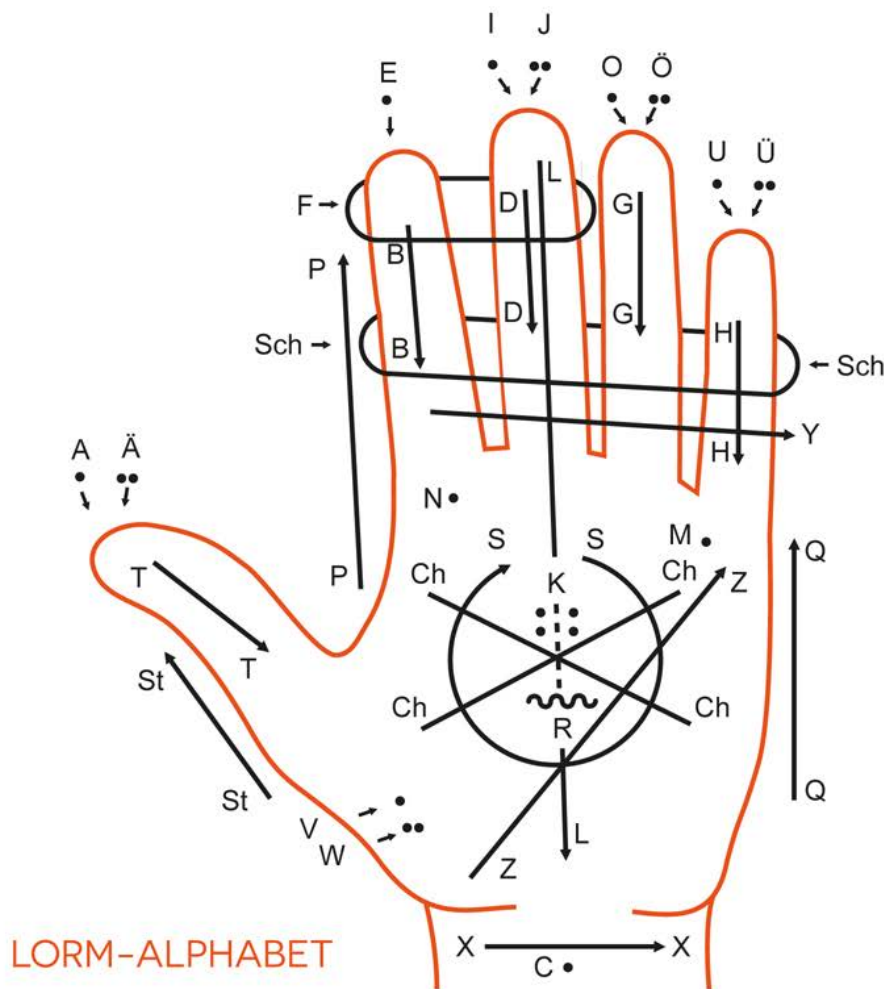
<http://tinyurl.com/lkg5g62>



Bildbeschreibung: Das Bild zeigt eine Person, die mit einem Lorm Glove (Version 2.0) in der Hand vor einem Bildschirm sitzt. Auf dem Bildschirm wird angezeigt, welche Berührungen die Person auf dem Handschuh ausgeführt hat und für welche Buchstaben diese Berührungen stehen. © Kai Hattermann

INTERAKTIV INKLUSIV
TAUBBLINDE ANS NETZ

Der Lorm Glove und die LormHand basieren auf dem Tastalphabet LORM, das vielen Taubblinden als Kommunikationsgrundlage dient.



- einmal Antippen
- zweimal Antippen
- eine Linie streichen
- mit vier Fingerspitzen berühren
- ◻ leicht die Fingerseiten drücken
- ~~~~ mit drei Fingern leicht trommeln

Bildbeschreibung: Darstellung des Tast-Alphabets LORM, welches vielen Taubblinden als Gesprächsgrundlage dient. Einmal auf die Daumenspitze tippen, steht beispielsweise für den Buchstaben A; ein langer Strich von der Spitze des Mittelfingers runter zum Handballen steht für den Buchstaben L. Faltblatt © Chiara Esposito / Design Research Lab

Beitrag zur Inklusion

Geht man davon aus, dass Technologie-Gestaltung auch über soziale Inklusion und Exklusion, und somit auch über die Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen mit entscheidet, so wird deutlich welchen Einfluss der Zugang zu digitaler Information auf die faktische gesellschaftliche Inklusion hat.

Anhand dieses Projektes wird somit auch deutlich, welche Rolle Technik dabei spielen kann, Menschen aus ihrer sozialen Isolation zu befördern, in dem sie Zugänge zu Informations- und Wissenskanälen, sowie einen unmittelbaren Austausch mit Menschen erleichtert, den es so vorher noch nicht gab.

Die Tatsache, dass Betroffene dadurch aktiv an Gesellschaft teilhaben können, ohne dabei zwangsläufig auf Expertinnen, Betreuende oder TherapeutInnen angewiesen zu sein, vermag letztlich auch zu mehr Selbstbestimmtheit und weniger Stigmatisierung führen.

Im Projekt wird zudem ein fortwährender Perspektivwechsel vollzogen: Zum einen steht eine barrierefreie, „behindertengerechte“ Gestaltung im Zentrum des Interesses.

Zum anderen die Frage, inwiefern bestimmte Technologien dadurch auch für „Nicht-Behinderte“ bedeutsam werden können. So sind inzwischen zahlreiche Konzepte entstanden in denen das „Prinzip“ Lorm Glove sich auch auf Bereiche anwenden lässt, die nicht zwangsläufig mit Taubblindheit zu tun haben.

Eine wichtige Botschaft kann hierbei sein, nicht nur die vermeintlich negativen Aspekte – die Behinderungen – hervorzuheben, sondern vielmehr die tatsächlichen Fähigkeiten und Expertisen von Behinderten zu erkennen, von denen nicht nur Interaktionsgestalter eine Menge lernen können.



Bildbeschreibung: Das Bild zeigt den höresehbehinderten Nutzer Bison bei einem Testversuch vor dem Brandenburger Tor in Berlin. Bison trägt in der linken Hand den Lorm Glove (Version 3.0), der eine soeben eingehende SMS Nachricht mit Hilfe kleiner Vibrationsmotoren in das Lorm-Alphabet überträgt, so dass Bison die Nachricht als Berührung wahrnimmt. © Tom Bieling



Bildbeschreibung: Das Bild zeigt, eine Besucherin auf der Münchner Medientage, die mit Hilfe des Lorm-Alphabets einen Text auf der Lorm Hand (Version 2.0) formuliert. Der Text wird auf einem Bildschirm angezeigt und lautet: "Super Ich bin begeistert". © Tom Bieling

Publikationen zum Projekt

Bieling, T.; Martins, T.; Joost, G. (2017): Interactive inclusive – Designing tools for activism and empowerment; Book Chapter in: Kent, M. & Ellis, K.: Disability and Social Media; Taylor & Francis, Routledge, London

Bieling, T. / Martins, T. / Joost, G. (2015): Internet of Everyone – Tools for Empowerment. In: Ideologies, Ambitions & Utopias in Science and Technology, Graduate Journal of Social Science, April 2016, Vol. 12, Issue 2, pp.96–107; ISSN:1572-3763

Bieling, T.; Joost, G.; Sametinger, F. (2014): Die soziale Dimension; in Fuhs, Brocchi, Maxein & Draser (Hg.): Die Geschichte des nachhaltigen Designs; VAS, Bad Homburg, pg 218 – 229

Bieling, T. / Martins, T. / Joost, G. (2014): A Tangible Interface for Information Exchange Addressing Deaf-Blind Users; in: Galtenco, H. (Ed.): Universal Design 2014: Three Days of Creativity and Diversity; Proceedings of the International Conference on Universal Design, UD 2014, Lund University, Sweden, June 16–18, 2014; Assistive Technology Research Series Vol. 35; IOS Press, Lund. ISSN 1383-813X (print), ISSN 1879-8071 (online)

Bieling, T. (2014): Wearable technology for marginalized communities; THINK ACT beyond mainstream – #DigitalImpact, Roland Berger.

Bieling, T., Gollner, U., Joost, G.. (2012): Information und Inklusion begreifen.

In: Sieck, J. / Franken-Wendelstorf, R.: Kultur und Informatik: Aus der Vergangenheit in die Zukunft; VWH Verlag, Fachverlag für Medientechnik und -Wirtschaft. Bolzenburg. ISBN 3-864880165

Joost, G., Bieling, T. (2012): “Design contra a Normalidade”. Traduzido do inglês por Paulo Ortega. in: V!RUS, Sao Carlos, n. 7, Jun. 2012. “ações culturais e meios digitais” NOMADS. USP journal. ISSN 2175-974x. Disponível em pdf

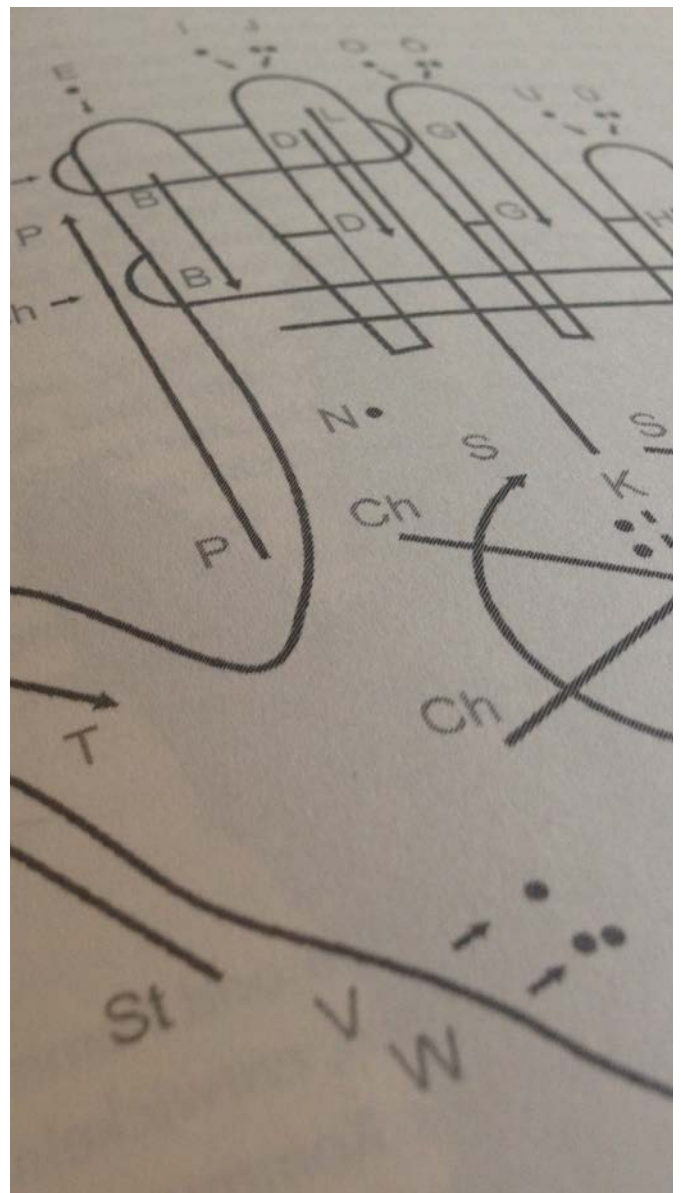
Bieling, T., Gollner, U., Joost, G. (2012): “What do you mean, User Study? Translating Lorm, Norm and User Research”. In: Proceedings of the International Design Research Society Conference DRS 2012 (Bangkok, Thailand, July 1-5, 2012), pg 366 – 378. ISBN 978-616-551-574-0

Bieling, T., Gollner, U., Joost, G. (2012): „Schnittstelle Hand – Kommunikation mit Gefühl | Feeling communication – The hand as an interface“, i-com – Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, August 2012, Vol. 11, No. 2, pg(s) 32-36; Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

Joost, G., Bieling, T. (2012): “Design against Normality”, in: VIRUS, n. 7., “cultural actions and digital media”, NOMADS. USP Journal. ISSN 2175-974x

Bieling, T., Gollner, U. (2012): „Mobile Lorm Glove – Introducing a communication device for deaf-blind people“, Tangible, embedded and embodied interaction; TEI2012, Kingston, ON, Canada. Heinrich, N. – Plan A (Hrsg.) (2012): DIGITAL UTOPIA. On Dynamic Architectures, Digital Sensuality, and Spaces of Tomorrow. Verlag Akademie der Künste, 2012, Berlin. ISBN 978-3-88331-176-0

Bieling, T. / Martins, T. / Joost, G. (2014): „Protest und Behinderung – Empowerment durch Social Media“, Scientific Poster; Konferenz: Technik und Protest; TU Berlin, Zentrum Technik und Gesellschaft, Berlin



Bildbeschreibung: Die beiden Bilder zeigen Ausschnitte aus Publikationen zum Projekt Lorm Hand. Neben Texten sind darauf Fotos des Lorm Gloves (Version 1.0) und eine Darstellung des Lorm-Alphabets zu sehen. © Tom Bieling

Ausstellungen

Die Lorm Hand wird ab 2017 in die dauerhafte Ausstellung des Berliner Blindenmuseums aufgenommen werden. Zuvor wurde und wird das fortlaufende Projekt bereits im Rahmen der folgenden Ausstellungen gezeigt:

- **London** London Design Biennale: German Pavillion
- **St. Etienne** Interface, Cité du Design, France
- **Dresden** Sprache, DHMD – Deutsches Hygiene Museum
- **Karlsruhe** GLOBALE – Exo-Evolution, ZKM – Zentrum für Kunst und Medientechnologie, kuratiert von Peter Weibel
- **Berlin** Das Netz. Menschen, Kabel, Datenströme, Deutsches Technik Museum
- **Berlin** DMY International Design Festival
- **Eindhoven** Thing Nothing, Van Abbe Museum, Dutch Design Week
- **Berlin** Design shapes the World, TAK / Aufbau Haus
- **Wien** Vorbilder – Vom Kunstgewerbe zum Design, MAK - Museum für angewandte Kunst
- **Darmstadt** New Narratives – Design im digitalen Zeitalter” Hessen Design
- **Berlin** Rundgang | Berliner Kultursommer, IZM – Institut für Zeitbasierte Medien
- **New York** German House Gallery | Consulate of the Federal Republic of Germany
- **Paderborn** Fashion Talks HNF Heinz Nixdorf Museumsforum
- **Berlin** Kunst und Interkultur. Galerie Wedding | Kulturfestival WeddingMoabit
- **St. Quirin** Bayern Digital, Tegernsee
- **Sheffield** Design4Health: Invention, Adoption & Diffusion, Sheffield Inst. of Arts Gallery



Bildbeschreibung: Das Bild zeigt, eine Besucherin des Deutschen Technikmuseums in Berlin, die mit einem Baby auf dem Arm interessiert vor einer Vitrine steht, in der die LormHand (Version 2.0) und der LormGlove (Version 1.0) zu sehen sind. © Tom Bieling

INTERAKTIV INKLUSIV
TAUBBLINDE ANS NETZ

LORM GLOVE



Der Lorm Glove kann das Lorm Alphabet in digitalen Text übersetzen und umgekehrt. Mit Hilfe kleiner Sensoren kann der gelormte Text beispielsweise per SMS oder Email verschickt werden. Eingehende Nachrichten werden vom Handschuh als Vibrationen wiedergegeben. Taubblinde Menschen können dadurch mit anderen Menschen kommunizieren, selbst wenn diese sich ganz woanders befinden.

LORM HAND

Mit Hilfe der LormHand können Nachrichten automatisch auf den sozialen Netzwerken Twitter und Facebook gepostet werden. So können die Wünsche, Anliegen und Forderungen von taubblinden Menschen auch direkt übers Internet Verbreitung finden. Mit Hilfe eines Monitors haben zudem Sehende die Möglichkeit, das Lorm-Alphabet auf der LormHand auszuprobieren und zu erlernen.

Machen Sie mit und folgen Sie der [@LormHand](#) auf Twitter!



Design
Research
Lab

 Universität der Künste Berlin

www.design-research-lab.org

Bildbeschreibung: Das Bild zeigt den Lorm Glove (Version 3.0) und die Lorm Hand (Version 1.0). Daneben sind jeweils kurze Erläuterungen zu lesen. Das Faltblatt trägt den Titel "Interaktiv inklusiv – Taubblinde ans Netz". Faltblatt © Chiara Esposito / Design Research Lab



Bildbeschreibung: Teamfoto von links nach rechts – Ulrike Gollner, Tom Bieling, Tiago Martins, Chiara Esposito, Fabian Werfel und Gesche Joost. © Design Research Lab

Das Team

Das internationale und interdisziplinäre Team unter der Leitung von Dipl. Des. (FH) Tom Bieling (Österreich; Design Research Lab / Universität der Künste Berlin / German University in Cairo) und Supervision von Prof. Dr. Gesche Joost (Universität der Künste, Berlin) setzt sich zusammen aus Tiago Martins (Computer Science + Engineering, Programming, Physical Computing; Kunstuniversität Linz / Industrial Design), Ulrike Gollner (Österreich; User Experience Designer, Media Arts, Human-Computer-Interaction), Chiara Esposito (Communication Science, New Media, Visual Communication; Interface Cultures, Linz + University Suor Orsola Benincasa Napoli) und Fabian Werfel (Media Technology; FH Düsseldorf).

Externe Projektpartner außerdem: Roswitha Röding, Bärbel & Rosemarie Klapötke und die Taubblinden-Gruppe beim Allgemeinen Blinden- und Sehbehindertenverein Berlin (ABSV), Gudrun Sieke (Kompetenzzentrum für Taubblinde, LebensWelten/Oberlinhaus Potsdam), Laura Schwengber (Dometscherin), John von Bergen und Elisabeth Scharler (Skulpteure).



Porträtfoto Tom Bieling © Design Research Lab – Matthias Steffen

Tom Bieling (1979), Designforscher, Interaction Designer und Autor, forscht, lehrt und promoviert am Design Research Lab der Berliner Universität der Künste, wo er das Forschungscluster “Social Innovation” leitet. Seit 2011 Gastprofessor an der German University in Cairo (GUC). Aktives Gründungsmitglied des Design Research Networks und Initiator von Designabilities.org.

Nach seinem Studium an der Köln International School of Design (KISD; Diplom Note: Sehr gut) und einem DAAD Stipendium an der Universidade Federal do Parana (UFPR) in Brasilien, war Bieling als Kommunikations-, Interaction- und User-Experience-Designer u. a. für Daimler-Chrysler, T-Mobile USA, Museum Ludwig, Smart und das Dokumentationszentrum für Popkultur tätig. Er hält Lehraufträge, Workshops und Vorträge an internationalen Institutionen und Universitäten (u. a. Mumbai, São Paulo, Cairo, Basel, Mailand, Portland, Spokane, Edinburgh, Brüssel, Nottingham, Tallinn, Budapest, Potsdam, Eindhoven, Rotterdam).

Seine Arbeiten werden weltweit auf Ausstellungen gezeigt. Ferner bezieht Bieling regelmäßig Stellung zu sozialen und politischen Dimensionen von Gestaltung, Technologie und Medien, sowie zu popkulturellen Themen in TV und Radio (u. a. BBC, TV Brasil, ARD, ZDF, 3 SAT Nano, HR1, ARD, Deutsche Welle, RBB, RTL Radio Luxembourg, ...), sowie in Print und Web (u. a. The Atlantic, Huffington Post, FAZ, Schweizer Sonntagszeitung, Taz, Tagesspiegel, PM Wissenschaft Magazin, Brand Eins, Universum, Page, Weave, Form,

Design Report, ARCH+, Horizont, DIE REFERENTIN...). Im vergangenen Jahr wurde Bieling vom Falling Walls Consortium zum “Young Innovator of the Year” ernannt.



Bildbeschreibung: Das Bild zeigt den Eingangsbereich des Design Research Labs. © Kai Hattermann

Kontakt

Tom Bieling
Design Research Lab
Universität der Künste Berlin
Designforschung / Fakultät Gestaltung / IPP
Einsteinufer 43, 10587 Berlin

Tel.:+49 (175) 180 95 88
tom.bieling@udk-berlin.de

www.design-research-lab.org

www.tombieling.com

[@LormHand](#)



Bildbeschreibung: Wintec Trophäen 2016 ausgeschnittener Bildbereich zweier hintereinanderstehender Preise mit dem Schriftzug „WINTEC 2016“ prominent im Vordergrund. © GWS

2. PREIS: Interaktionshilfen für Menschen mit schweren Bewegungseinschränkungen



v.l.n.r. Team VEIGL, AIGNER und DEINHOFER, bekommen von der Rektorin der TU-Wien Seidler die Trophäe und den Preisscheck zum 2. Platz überreicht.
© bka/christopher.dunker

Team: DI Christoph Veigl ▪ Veronika David, MSc ▪ Martin Deinhofer, MSc ▪ Benjamin Aigner, MSc

Kurzfassung

Spezielle Eingabesysteme für die Verwendung von Computern erlauben Menschen mit körperlichen Einschränkungen Kommunikation, Teilnahme an Sozialen Netzwerken, Produktivität und kreative Entfaltung und tragen so maßgeblich zur Inklusion in die Gesellschaft bei. Obwohl es ein umfangreiches Angebot an Eingabehilfen gibt, sind der Flexibilität und Kombinierbarkeit der einzelnen Lösungen meist enge Grenzen gesetzt. In der vorliegenden Arbeit wird eine neuartige Interaktionshilfe vorgestellt, welche eine sehr präzise sowie effiziente Kontrolle des Maus-Cursors ermöglicht. Dabei werden durch Kombination von kostengünstigen Augensteuerungssystemen mit einer neu entwickelten „Finger- und Lippenmaus“ (FLipMouse) die inhärenten Probleme von Augensteuerungen (Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Blickrichtung, „Zittern“ des Mauscursors) behoben. In Zusammenarbeit mit Musikern wurde dieses System für die Ansteuerung elektronischer Klangerzeuger adaptiert, sodass auch Personen mit stark reduzierter Bewegungsmöglichkeit umfangreiche musikalische Ausdrucksmöglichkeiten erhalten. Die FLipMouse bietet darüber hinaus weitere Funktionen wie etwa die Aufnahme und Wiedergabe von Infrarot-Codes zur Fernsteuerung von Unterhaltungselektronik oder die Verwendung von Smartphones, iPad oder anderer Tablet Computer mittels Bluetooth Low Energy (BLE). Die entwickelten Lösungen werden unter Open Source Hardware- und Software Lizenzen veröffentlicht und eignen sich für die Anwendung in Ländern mit niedrigem Grundeinkommen. In einer Reihe von qualitativen und quantitativen Erhebungen wurde das System von verschiedenen Menschen mit Behinderung getestet – u. a. in Österreich, Kenia, Simbabwe und Südafrika – und stellt nun für diese Personen eine wertvolle Hilfe für mehr Autonomie im Alltag dar.

Keywords – Assistierende Technologien; Motorische Behinderung; Eyetracking; Augensteuerung; Mundsteuerung; Alternative Mensch-Maschine-Schnittstellen (HCI).

Einleitung und Hintergrund

Die „digitale Revolution“ moderner Informations- und Kommunikationstechnologien hat unsere Arbeits- und Lebenswelt in den vergangenen Jahrzehnten nachhaltig geprägt. Computer sind zu einem essentiellen

Werkzeug geworden, das uns sowohl für die Abwicklung täglicher Pflichten, als auch zur Unterhaltung oder kreativen Entfaltung dient. Das Internet wurde zu einem selbstverständlichen Medium für effiziente Kommunikation und für soziale Interaktion. Insbesondere Personen mit stark eingeschränkter Beweglichkeit wie z. B. bei Muskeldystrophie, Amyotropher Lateralsklerose (ALS), Tetraplegie oder Multipler Sklerose (MS) können von diesen Möglichkeiten profitieren, vorausgesetzt die Verwendung von Computern und digitalen Systemen ist uneingeschränkt möglich. Assistierende Technologien sind deshalb für die Lebensqualität vieler Menschen mit Behinderung von entscheidender Bedeutung. Sie ermöglichen oder erleichtern den barrierefreien Zugang zum Computer, wenn die Verwendung der Tastatur oder Maus nicht möglich ist.

In Österreich sind zirka 50.000 Menschen auf einen Rollstuhl angewiesen, etwa 4.000 davon aufgrund einer Querschnittslähmung^{1,2}. Des Weiteren leben in Österreich rund 12.500 MS-PatientInnen, wobei ca. 350 bis 400 Neuerkrankungen pro Jahr auftreten^{3,4}. Rund 20.000 ÖsterreicherInnen sind von unheilbaren Muskelkrankheiten betroffen⁵. Die Muskeldystrophie „Duchenne“ (DMD) betrifft hierbei fast ausschließlich Jungen. Sie tritt mit einer Häufigkeit von einem unter 3.500 neugeborenen Knaben auf^{6,7}. ALS tritt mit einer Häufigkeit von 1 bis 3 Fällen pro 100.000 Einwohner auf. In Österreich wurde eine Inzidenz von 3,13 Fällen pro 100.000 Personen festgestellt⁸, Schätzungen zufolge sind etwa 800–900 ÖsterreicherInnen von ALS betroffen.

¹ Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, Behindertenbericht 2008, Wien: Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, 2009.

² BM für soziale Sicherheit, Generationen und Konsumentenschutz, „Bericht der Bundesregierung über die Lage der behinderten Menschen in Österreich“, BM für soziale Sicherheit, Generationen und Konsumentenschutz, Wien, 2003.

³ M. Jeschow, „Österreichische Multiple Sklerose Gesellschaft: Multiple Sklerose“, 2013. [Online]. Available: <http://www.oemsg.at/multiple-sklerose>. [Zugriff am 29.06.2016].

⁴ U. Baumhackl, G. Eibl, U. Ganzinger, H. P. Hartung, B. Mamoli, K. P. Pfeiffer, F. Fazekas und K. Vass, „Prevalence of Multiple Sclerosis in Austria“, *Neuroepidemiology* 21, pp. 226–234, 2002.

⁵ Österreichische Muskelforschung, „Wissenschaft und Forschung“, 2011. [Online]. Available: <http://www.muskelforschung.at/wissenschaft.html>. [Zugriff am 29.06.2016].

⁶ Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke e.V., „Muskeldystrophie Duchenne und Becker“, n.a.. [Online]. Available: <https://www.dgm.org/muskelerkrankungen/muskeldystrophie-duchenne-becker>. [Zugriff am 29.06.2016].

⁷ A. Theadom, M. Rodrigues, R. Roxburgh, S. Balalla, C. Higgins, R. Bhattacharjee, K. Jones, R. Krishnamurthi und V. Feigin, „Prevalence of Muscular Dystrophies: A Systematic Literature Review“, *Neuroepidemiology* 43, pp. 259–268, 2014.

⁸ H. Cetin, J. Rath, J. Füzi, B. Reichard, G. Fülöp, S. Koppi, M. Erdler, G. Ransmayr, J. Weber, K. Neumann, M. Hagmann, W. N. Löscher, E. Auff und F. Zimprich, „Epidemiology of Amyotrophic Lateral Sclerosis and Effect of Riluzole on Disease Course“, *Neuroepidemiology* 44, pp. 6–15, 2015.

Augensteuerungen für die Computerverwendung

Der Markt zeitgemäßer spezieller Eingabesysteme bietet eine große Auswahl, von speziellen Joysticks oder Trackballs bis hin zu Sprachsteuerungen, kameragestützten Systemen oder Mundsteuerungen^{9,10,11,12}. Einen besonderen Stellenwert nehmen hierbei Augensteuerungen ein (Eye- oder Gazetrackingsysteme), da diese Eingabevariante auch für Personen einsetzbar ist, die über keinerlei Mobilität in Armen oder Beinen verfügen^{13,14,15}. Im Gegensatz zu anderen Eingabehilfen, wie taster-basierten Systemen (die meist zur schrittweisen Auswahl gewünschter Funktionen über eine speziellen Software verwendet werden) oder Kopfsteuerungen (Head/Facetracking, wobei der Mauscursor durch Bewegungen des Kopfes gesteuert wird), erfolgt die Kontrolle der Computermaus bei den Augensteuerungen rein durch die Blickrichtung – es ist also ausreichend, auf die gewünschte Stelle am Bildschirm zu blicken. Die Blickposition am Bildschirm wird durch verschiedene Methoden der Bildverarbeitung (bright/dark pupil-detection, glint-detection) ermittelt. Die Selektion („Klicken“) erfolgt durch eine einstellbare Verweildauer oder durch einen Lidschlag bestimmter Dauer. Je nach Art des Messprinzips werden sogenannte „remote“ oder „head-mounted“ Systeme unterschieden, wobei als Assistenzsysteme für Menschen mit Behinderung meist nur „remote“ Systeme in Frage kommen, bei denen die Kameras zur Messung der Augenbewegung in der Nähe des Computerbildschirms angebracht werden und nicht über eine Montagevorrichtung am Kopf der Person befestigt werden müssen.

Probleme bestehender Eyetracking Verfahren

Alle Eyetracking Systeme müssen vor der Verwendung auf die jeweilige Person eingestellt (kalibriert) werden. Dabei folgt die Person meist einem Marker, der über den Bildschirm wandert, oder blickt auf eine Reihe vorbestimmter Positionen am Bildschirm (z. B. 5-Punkt oder 9-Punkt Kalibrationsverfahren), und das System ermittelt verschiedene Parameter, die für eine möglichst genaue Berechnung der Blickrichtung nötig sind. Ein gut kalibriertes Augensteuerungssystem ist bzgl. der Positionierungsgeschwindigkeit des

⁹ M. A. Jose und R. Lopés, „Human-computer interface controlled by the lip,“ *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics* 19, pp. 302–308, 2015.

¹⁰ C. Pinheiro, E. Naves, P. Pino, E. Losson, A. Adrade und G. Bourhis, „Alternative communication systems for people with severe motor disabilities: a survey,“ *BioMedical Engineering OnLine* 10(31), 2011.

¹¹ M. Mazo and research group., „An integral system for assisted mobility,“ *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 03 2001.

¹² D. W. Man und M. Wong, „Evaluation of computer-access solutions for students with quadriplegic atrophic cerebral palsy,“ *American Journal of Occupational Therapy* 61, pp. 355–364, 2007.

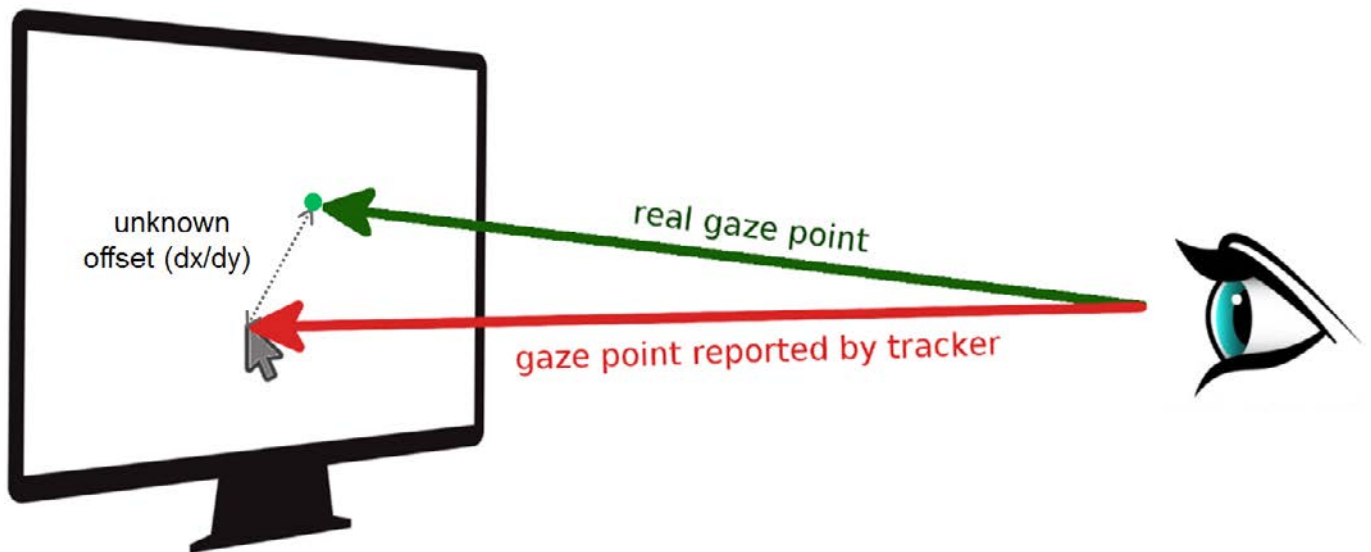
¹³ A. Duchowski, *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, 2. Auflage, London: Springer, 2007.

¹⁴ F. Narcizo, J. de Queiroz und H. M. Gomes, „Remote Eye Tracking Systems: Technologies and Applications,“ *IEEE 26th Conference on Graphics, Patterns and Images Tutorials*, 2013.

¹⁵ A. Al-Rahayfeh und M. Faezipour, „Eye Tracking and Head Movement Detetction: A State-of-Art Survey,“ *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 2013.

Mauscursors kaum zu übertreffen. Ein großes Problem ist jedoch die Genauigkeit¹⁶, da durch minimale Fehler in der Bildauswertung und durch veränderliche Umgebungsbedingungen (Beleuchtung, Reflexionen, Sitzposition, etc.) die berechnete Blickposition mehr oder weniger von der tatsächlichen Position abweicht („offset-Fehler“, siehe Abbildung 1 auf Seite 34).

Abbildung 1: Abweichung der realen Blickposition vom Berechnungsergebnis eines EyeTracking-Systems



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015 (Ersteller)

Zusätzlich zur dieser Abweichung, die je nach Qualität der Kalibrierung, individuellen Eigenschaften der Person (Augenstellung, Brillengläser etc.) und Umgebungsbedingungen (Beleuchtung, Reflexionen) üblicherweise im Bereich weniger Zentimeter liegt, bewirken zusätzliche Störgrößen sprunghaft wechselnde Abweichungen („jitter“) der Messwerte. Durch diese Ungenauigkeiten und Störeinflüsse ist es bis heute kaum möglich, Augensteuerungen zur direkten Kontrolle des Mauscursors und somit zur uneingeschränkten Verwendung eines Personal Computers mit einer unveränderten Benutzeroberfläche zu verwenden. Bei den gängigen Systemen wird meist eine (oder eine Kombination) der folgenden Strategien eingesetzt¹⁷:

- **Verwendung einer speziellen Benutzerschnittstelle mit großen Auswahlfeldern**

Diese Strategie ist vor allem bei Systemen zur Unterstützten Kommunikation (AAC, Alternative and Augmentative Communication) sehr verbreitet. Es werden ausreichend große Symbole (Icons) am Bild-

¹⁶ A. Al-Rahayfeh und M. Faezipour, „Eye Tracking and Head Movement Detetction: A State-of-Art Survey,“ *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 2013.

¹⁷ C. Veigl, V. David, M. Deinhofer und B. Aigner, „Online offset correction of remote eye tracking data: A novel approach for accurate gaze-based mouse cursor control,“ *International Conference for Innovations in Information and Com-munication Technology, Macedonia, Ohrid, 2015*.

schirm präsentiert, die auch mit der limitierten Genauigkeit des Eyetrackers zuverlässig selektierbar sind, ebenso kommen speziell angepasste Bildschirmstaturen (on-screen keyboards) zum Einsatz. Meist verfügen diese Systeme auch über eine Menüstruktur zur Auswahl gängiger Funktionen wie z. B. das Verfassen einer E-Mail oder die Verwendung eines Internet-Browsers – ein uneingeschränkter Zugang zu anderen Programmen bzw. Computerfunktionen ist auf diese Weise jedoch nicht möglich.

- **Verwendung einer Bildschirmlupe und eines schrittweisen Auswahlverfahrens**

Bei dieser Strategie wird eine Auswahl durch einen zweistufigen Prozess erleichtert: wenn eine Auswahl („Anklicken“ eines gewünschten Inhalts am Bildschirm) stattfindet, wird die Umgebung dieser Bildschirmposition vergrößert, dann erfolgt eine erneute Auswahl. Die Vergrößerung muss hierbei so stark sein, dass auch kleinste interaktive Elemente – wie z. B. eine Auswahlbox in Standardgröße oder das Interaktionselement zum Schließen eines Fensters – ausreichend groß präsentiert werden sodass eine zuverlässige Auswahl möglich ist.

- **Mitteilung mehrere Werte der berechneten x- und y-Koordinaten der Blickposition**

Dadurch wird zwar das „Zittern“ des Cursors verhindert, allerdings wird auch die Reaktionszeit auf Änderungen der Blickposition erhöht und die „offset-Fehler“ können dadurch nicht vermindert werden.

Mundsteuerungen für die Computerverwendung

Ein weiteres Verfahren, das Personen mit eingeschränkter Mobilität die Verwendung eines Computers erlaubt, sind sogenannte „Mundsteuerungen“. Hierbei interagiert die Person meist mit einem Mundstück, welches wie ein kleiner Joystick funktioniert und damit die Steuerung des Mauszeigers erlaubt. Zusätzliche Funktionen zur Auswahl sind durch Druckänderungen am Mundstück möglich (saugen am oder pusten ins Mundstück zur Erzeugung eines linken bzw. rechten Mausklicks). Beispiele für derartige Systeme sind die LifeTool Integra Mouse¹⁸, der QuadJoy Joystick¹⁹ oder das LipStick-System²⁰ welches auf eine kapazitive Messung der Lippenberührungen zurückgreift und dadurch Hygieneprobleme durch Speichel vermeidet, die bei anderen Systemen berücksichtigt werden müssen.

Ein großer Vorteil der Mundsteuerungen gegenüber den Augensteuerungs-Systemen ist die hohe Positionierungsgenauigkeit. Falls das jeweilige System die individuelle Anpassung von Beschleunigungsparametern erlaubt, ist eine beliebig langsame Bewegung des Mausursors möglich und dadurch können auch sehr

¹⁸ LIFEtool Solutions GmbH, „IntegraMouse Plus,“ 2016. [Online]. Available: <http://www.integramouse.com>. [Zugriff am 30.06.2016].

¹⁹ Quadjoy, „QuadJoy – Hands Free Mouth Mouse – Sip/Puff Gesture,“ 2014. [Online]. Available: <https://quadjoy.com>. [Zugriff am 30.06.2016].

²⁰ Shannon Electronics, „The LipStick,“ 2016, [Online]. Available: <http://www.shannonelectronics.nl>. [Zugriff am 30.06.2016].

kleine Interaktionsflächen am Bildschirm problemlos erreicht werden. Andererseits ergibt sich dadurch auch ein gravierender Nachteil: die Bewegung der Maus an ein neues Ziel am Bildschirms dauert länger und eine Verwendung des Eingabesystems wird anstrengender, da die Kräfte zur Auslenkung des Mundstückes länger aufrecht erhalten werden müssten. Hier muss also bei den Einstellungen ein Kompromiss zwischen Schnelligkeit und Genauigkeit gefunden werden. Auch bei sehr starker Beschleunigung des Mausursors wird aber niemals die Positionierungsgeschwindigkeit eines Eyetracking – Systems erreicht werden können.

Motivation und Ziele dieser Arbeit

Hauptfokus dieser Forschungsarbeit ist die Entwicklung und Evaluation neuartiger Verfahren zur effizienten Kontrolle des Mausursors, welche die Nachteile von Augensteuerungen minimieren können und dadurch sowohl eine schnelle Positionierungsgeschwindigkeit als auch eine hohe Positionierungsgenauigkeit des Mausursors erlauben²¹. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Strategien implementiert und verglichen – z. B. die Kombination von Augensteuerung und Mundsteuerung. Ein solches System ist bisher noch nicht vorgestellt worden, aber es bietet entscheidende Vorteile, da die Verwendung der unveränderten Benutzerschnittstelle eines Standard-Betriebssystems (z. B. Microsoft Windows) möglich ist, die störenden Eigenschaften des Eyetracking-Systems (wie Zittern und ungenaue Positionierung) vermieden werden und dennoch ein augenblickliches Versetzen des Mausursors an entfernte Stellen am Bildschirm möglich ist. Als konkrete Anwendung wurde ein Musikinstrument entwickelt, das Personen mit stark eingeschränkter Mobilität erlaubt, Keyboard/Synthesizer zu spielen, und zwar auf einem so hohen Niveau, dass die Mitwirkung in einer Band möglich ist. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein User-Centered Design Ansatz gewählt, bei dem die Systemeigenschaften sukzessive mit den Personen aus der Zielgruppe evaluiert werden und die Ergebnisse in die Weiterentwicklung der Prototypen einfließen.

Ein weiteres Augenmerk wird auf die freie Verfügbarkeit der Ergebnisse (Free and Open Source Hardware und Software) gelegt. Alle Informationen – inklusive Baupläne für die Hardware, Mikrocontroller Firmware und Software für die Verwendung des Systems) sind über GitHub offen zugänglich und unter kostenfreien Lizenzen veröffentlicht. Dadurch kann das resultierende System (oder Teile davon) auch in Ländern des „Globalen Südens“ verwendet werden und es ist auch für Familien mit niedrigem Grundeinkommen verfügbar, die sich teure Unterstützungstechnische Lösungen nicht leisten könnten.

Die Forschungsarbeiten und Publikationen wurden im Rahmen des Projektes „AsTeRICS Academy“²² am Institut für Embedded Systems der FH Technikum Wien durchgeführt.

²¹ C. Veigl, V. David, M. Deinhofer und B. Aigner, „Online offset correction of remote eye tracking data: A novel approach for accurate gaze-based mouse cursor control,“ *International Conference for Innovations in Information and Communication Technology, Macedonia, Ohrid, 2015*.

²² C. Veigl, V. David, M. Deinhofer, B. Aigner und A. Kratschanova, „The AsTeRICS Academy for Cross-Cultural Education in Assistive Technologies Strategies for fostering diversity in electrical engineering and information technology,“ *International Conference on Information Technology based Higher Education and Training, England, York, 2014*.

Methodik

Tobii EyeX und EyeTribe – Verwendung kostengünstiger „Remote“ Eyetracker

Eye- und Gazetrackingsysteme konnten in den letzten Jahren entscheidend verbessert werden: Nicht nur die Genauigkeit und der Bewegungsradius beim Einsatz von „remote“ Eyetracking konnten erhöht werden, auch die Effizienz der Bildauswertung wurde kontinuierlich verbessert. Eine Reihe von Firmen entwickelt professionelle Trackingsysteme für Marktforschung, Usability-Tests, Kognitionswissenschaft und Assistive Technology-Anwendungen, die zusammen mit spezieller Software verkauft werden und im Preissegment von 5.000 Euro – 25.000 Euro liegen (etwa Produkte von SMI, EyeTech oder die AAC-Lösungen von Tobii/TobiiDynavox). Mit den Produkten von EyeTribe und Tobii EyeX (siehe Abbildung 2 auf Seite 37) steht die Technologie nun aber an der Schwelle zum Massenmarkt, da durch niedrigere Hardwarekosten nun auch der Computerspiel- und „Consumer Electronics“- Sektor als möglicher Anwendungsbereich für Eyetracking attraktiv wird. Die hierfür entwickelte Eyetracking Hardware ist um Größenordnungen günstiger als professionelle Eyetracking Systeme, die Leistung ist für die Entwicklung von Eingabealternativen aber durchaus ausreichend.

Abbildung 2a (li.) und 2b (re.): Tobii EyeX (links) und EyeTribe (rechts) remote Eyetracking Module



Copyright Bild 2a: Tobii Inc., <http://www.windowcentral.com/tobii-wants-you-control-your-pc-just-your-eyes>), online: 05/2016

Copyright Bild 2b: The EyeTribe Inc., http://tctechcrunch2011.files.wordpress.com/2013/09/tracker_1.jpg), online: 05/2016

Das Tobii EyeX Developer Kit (120 Euro) und der EyeTribe Tracker Pro (199 Euro) verwenden „remote“-Trackingverfahren, welche auf Infrarotlichtbeleuchtung und der Detektion von Reflexionspunkten an der Cornea des Auges basieren. Beide Systeme benötigen einen USB 3.0 Port am Host-Computer. Die empfohlene

Distanz vom Bildschirm (wo die Tracker montiert werden) zum Kopf des Users beträgt ca. 60cm. Beide Systeme erlauben eine horizontale / vertikale Bewegungsfreiheit von ca. 50cm x 30cm und eine Rotation des Kopfes von ca. 20 Grad und stellen eine Programmierschnittstelle (Application Programming Interface, API) zur Verfügung, um die Rohdaten und Trackingergebnisse zu beziehen und in eigener Software zu verarbeiten. Das Tobii System stellt umfangreiche Funktionen wie z. B. die Definition interaktiver Flächen in der sogenannten „Interaction Engine“ zur Verfügung, für die direkte Ansteuerung des Mausursors sind aber vor allem die ermittelten Rohdaten der Blickposition relevant. Die Aktualisierungsfrequenz der Blickdaten ist abhängig von der aktuellen Bildqualität – beim Tobii EyeX Eyetracker werden bis zu 120Hz, beim EyeTribe Tracker Pro bis zu 75Hz erreicht, letzterer erreicht dabei eine Genauigkeit von 0,5° bis 1°.

Die FLipMouse – Entwicklung eines universellen Eingabesystems

Die sog. „Finger- und Lippenmaus“ (FLipMouse, siehe Abbildung 3 auf Seite 39) ist ein universell einsetzbares alternatives Eingabesystem für Menschen mit stark eingeschränkter Bewegungsfreiheit der oberen Extremitäten, welches an der FH Technikum Wien im Rahmen des AsTeRICS Academy Projektes entwickelt wurde. Im Unterschied zu bestehenden bzw. am Markt erhältlichen Lösungen zur Mundsteuerung bietet die FLipMouse eine Reihe von Funktionen, die für die Erforschung neuartiger Eingabevarianten und für die flexible Anpassung an Bedürfnisse und Fähigkeiten der AnwenderInnen nützlich sind²³:

- Verschiede Eingabemodalitäten: Null-Wege-Joystick, Saug-/Pustesensor, externe Taster, Softball-Schalter
- Übermittlung aller Rohdaten in Echtzeit, mit einstellbarer Aktualisierungsrate bis zu 100Hz
- Freie Konfigurationsmöglichkeit und Parametrierung aller Einstellungen (Sensitivität, Beschleunigung, Schwellwerte)
- Zusätzliche Funktionen zur Umgebungssteuerung (lernfähige Infrarot Fernsteuerung)
- Maus / Keyboard / Joystick Emulation über das USB HID Protokoll (verwendbar für Windows, Linux, Mac, Android..)
- Zusatzmodul für Bluetooth 4.0 (drahtlose Maus/Keyboard, Tastensteuerung für iPhone, iPad)

Das Mundstück der FLipMouse agiert als sogenannter Null-Wege-Joystick, dadurch lassen sich mit minimalen horizontalen und vertikalen Auslenkungen im Submillimeterbereich bereits Aktionen und Bewegungen durchführen. Die aufzuwendende Kraft ist sehr gering (bei sensibler Einstellung wenige Millinewton).

²³ B. Aigner, V. David, M. Deinhofer und C. Veigl, „FLipMouse – a Flexible Alternative Input Solution for People with Severe Motor Restrictions,“ *Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, Portugal, Vila Real, 2016.

Abbildung 3a (li.) und 3b (re.): FLipMouse Eingabesystem (links: Verwendung als Mundsteuerung rechts: zur Kontrolle eines Android Smartphones über USB-OTG Adapter)



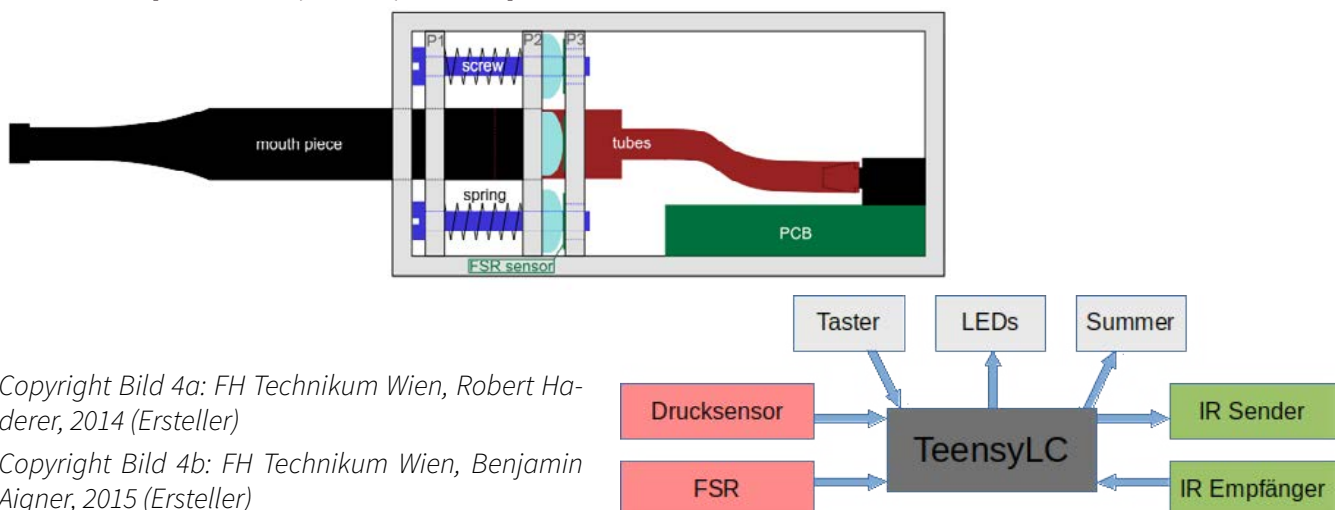
Copyright (3a): FH Technikum Wien, Veronika David, 2015

Copyright (3b): FH Technikum Wien, Veronika David, 2016

Besonders die Möglichkeit, Rohdaten der Sensoren über ein standardisiertes Datenprotokoll an beliebige Softwareapplikationen zu senden, ist ein einzigartiges Feature, das für die Kombination mit Eyetracking Systemen erforderlich ist.

A. Aufbau der FLipMouse: Hardware und Sensorik

Abbildung 4a (li.) und 4b (re.): Schematischer Aufbau der Mechanik (links) und der elektronischen Komponenten (rechts) der FLipMouse

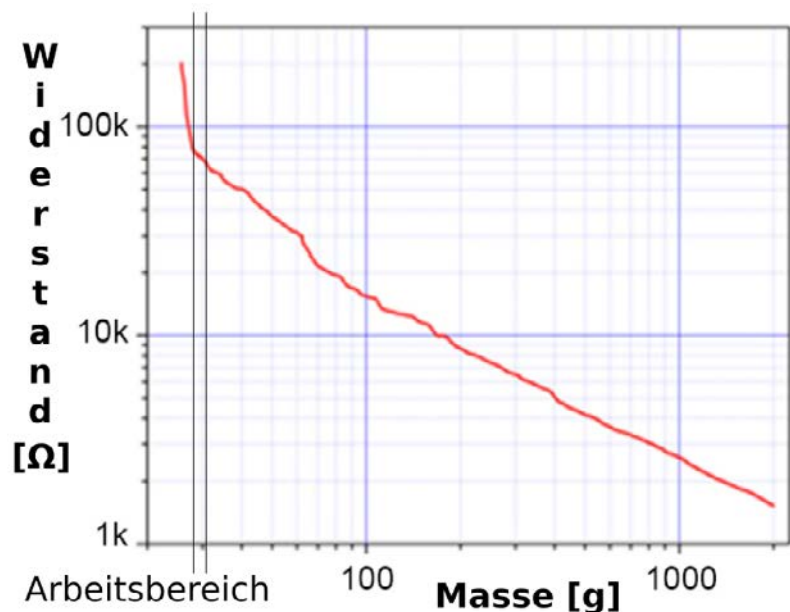
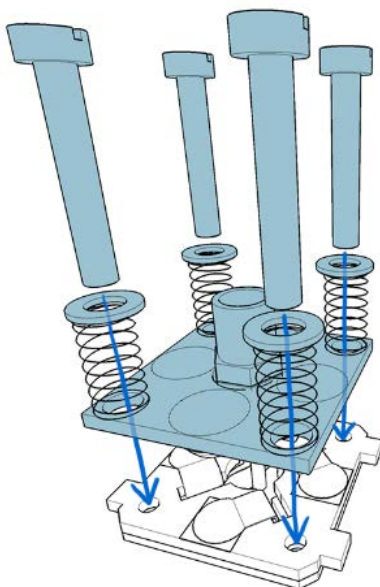


Copyright Bild 4a: FH Technikum Wien, Robert Haderer, 2014 (Ersteller)

Copyright Bild 4b: FH Technikum Wien, Benjamin Aigner, 2015 (Ersteller)

Als zentrales Hardwareelement der FLipMouse wird ein TeensyLC Mikrocontroller²⁴ verwendet, welcher mit einem 32bit ARM Cortex-M0+ Prozessor ausgestattet ist. Dieser Mikrocontroller besitzt u. a. 62kBytes Flash, 8kByte RAM, einen USB Controller, einen 12bit Analog-Digital Konverter mit 13 Kanälen. Abbildung 4 auf Seite 39 zeigt einen schematischen Aufbau der Mechanik (links), sowie der integrierten elektronischen Komponenten (rechts) der FLipMouse. Als Programmierumgebung dient die populäre „Arduino IDE“²⁵, wodurch die Einstiegshürde für angehende Entwickler sehr niedrig ist. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil ist die Sensorplatine, auf welcher die Sensor konstruktion für das Mundstück aufgebaut ist:

Abbildung 5a (li.) und 5b (re.): Konstruktion der Sensorträgerplatte (links), Wertebereich der FSR-Sensoren (rechts)



Copyright Bild 5a: Moritz Schwarzl, 2016

Copyright Bild 5b: Firma Interlink, FSR400 Datenblatt, http://interlinkelectronics.com/datasheets/Datasheet_FSR.pdf

Auf einer Trägerplatte aus Acrylglas werden vier kraftabhängige Widerstände (FSR – Force Sensing Resistor) montiert. Zusätzlich werden auf einem weiteren Acrylglasteil vier Gummipoppen aufgeklebt, welche einen vordefinierten Druck auf die Sensoren ausüben. Dieser Basisdruck wird über vier Kunststoffschrauben in Kombination mit jeweils einer Feder eingestellt (siehe Abbildung 5a auf Seite 40). Bauartbedingt weisen FSR Sensoren Abweichungen zwischen einzelnen Sensoren sowie Nichtlinearitäten bei der Kraftmessung auf. Durch diese Konstruktion wird eine „Quasilinearisierung“ durchgeführt, indem der Arbeitsbereich auf einen kleinen Messbereich des Sensors reduziert wird, so wie in Abbildung 5b,

²⁴ PJRC, „PJRC - Teensy LC (Low Cost),“ [Online]. Available: <https://www.pjrc.com/teensy/teensyLC.html>. [Zugriff am 30.06.2016].

²⁵ Arduino, „Arduino – Software,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. [Zugriff am 30.06.2016].

rechts auf Seite 40 dargestellt. Über die Auslenkung des Mundstückes wird nun die ausgeübte Kraft auf die Sensoren variiert. In der Mikrocontroller-Software werden die digitalisierten Widerstandswerte von jeweils zwei gegenüberliegenden Sensoren subtrahiert, was die Sensitivität erhöht.

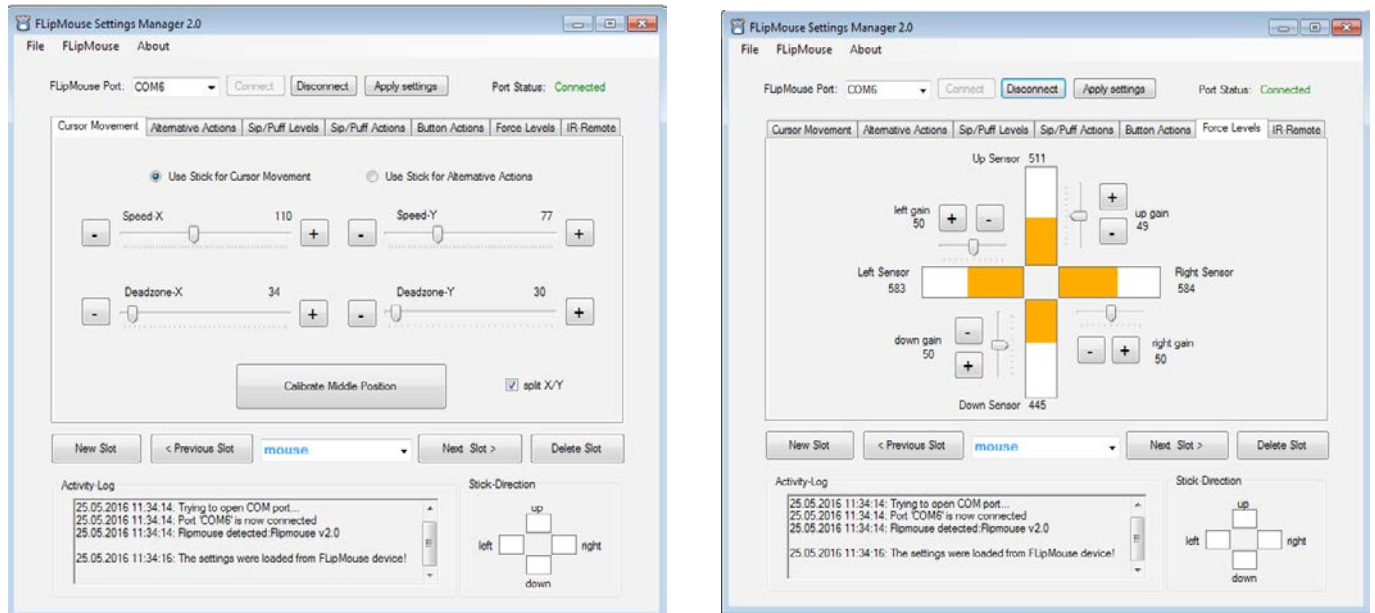
Durch Verbindung eines Freescale MPX Drucksensors mit dem Mundstück über einen flexiblen Silikon-schlauch werden Saug- und Pusteeingaben ermöglicht. Der Drucksensor misst den Druck im Schlauch relativ zum Umgebungsluftdruck und kann Druckdifferenzen bis zu +/- 1 PSI (~6895 Pa) erfassen, wobei dieser Wert durch den Analog-Digital-Konverter des TeensyLC auf einen 12bit Digitalwert umgewandelt wird. Aufgrund dieser hohen Genauigkeit lassen sich bereits sehr schwache Druckunterschiede messen und unterschiedlichen Aktionen zuweisen. Weiters werden Taster zur Interaktion mit der FLipMouse verwendet. Ein Taster ist fix auf der Hauptplatine integriert und wird hauptsächlich zur Änderung des Betriebsmodus verwendet. Zwei externe Taster können über die 3,5mm Klinkenbuchsen verbunden werden. Rückmeldungen an den Benutzer/die Benutzerin werden optisch über drei LEDs, sowie akustisch über einen Piezosummer realisiert.

Alle verwendeten Elektronikbauteile der FLipMouse sind als „bedrahtete“ Elemente ausgeführt, die leicht zu löten sind, sodass auch Menschen mit wenig bis keiner Löterfahrung die FLipMouse zusammenbauen können.

B. Konfiguration der FLipMouse

Die graphische Benutzerschnittstelle der FLipMouse (siehe Abbildung 6 auf Seite 42) bietet umfangreiche Möglichkeiten zur individuellen Anpassung. Über eine serielle Schnittstelle (COM Port) werden standardisierte Kommandos gesendet, die eine Einstellung von Schwellwerten, Beschleunigungswerten, zugewiesenen Maus/Keyboard/Joystick Aktionen und den Abruf der Sensorwerte erlauben. Die FLipMouse bietet einen nichtflüchtigen (EEPROM-)Speicher, in welchem diese Einstellungen in sogenannten „Slots“ abgelegt werden können. Ein Slot stellt ein vollständiges Set von Einstellungen dar, welches unter einem gewünschten Namen im Speicher hinterlegt und bei Bedarf von den Anwendern über eine bestimmte Aktion (z. B. starkes Pusten) aktiviert bzw. gewechselt werden kann. Dadurch lässt sich etwa die Sensitivität ändern oder von Maus- auf Keyboardbetrieb umschalten.

Abbildung 6a (li.) und 6b (re.): Screenshots der Graphischen Benutzeroberfläche zur Konfiguration der FLipMouse (Settings Manager)



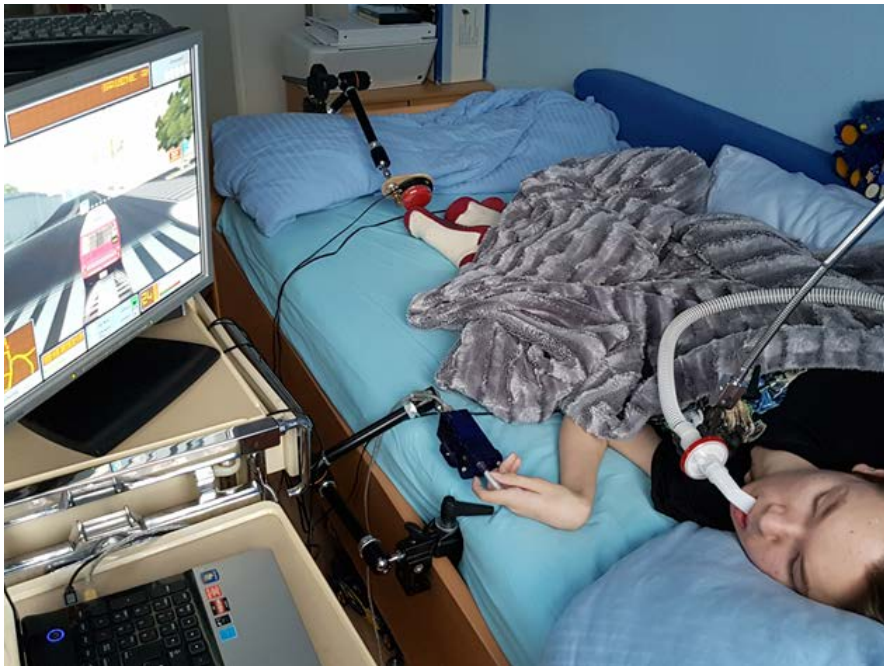
Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2016

C. Anwendungsbeispiele: Verwendung der FLipMouse

Das FLipMouse Eingabesystem wurde in der 18-monatigen Entwicklungsphase mit mehr als 20 Personen evaluiert – darunter 15 Personen mit starken motorischen Einschränkungen. Im Zuge mehrerer internationaler Kooperationen (u. a. mit dem Jairos Jiri Vocational Training Center in Simbabwe, der Muscular Dystrophy Foundation Nepal und mehreren Special Schools in Kenia) wurde die FLipMouse auch in Ländern des „Globalen Südens“ getestet²⁶. Für die qualitative Analyse wurden entsprechende Dokumente und Auswertbögen vorbereitet (u. a. eine Einverständnis- und Datenschutzerklärung und ein Fragebogen). Aufbauend auf das Feedback der Testpersonen wurden zahlreiche Änderungen und Verbesserungen am Design und an der Software des FLipMouse-Systems durchgeführt. Acht Systeme wurden den Privatpersonen bzw. Organisationen zur permanenten Verwendung zur Verfügung gestellt und sind seither täglich im Einsatz.

²⁶ C. Veigl, V. David, M. Deinhofer, B. Aigner und A. Kratschanova, „The AsTeRICS Academy for Cross-Cultural Education in Assistive Technologies Strategies for fostering diversity in electrical engineering and information technology,“ International Conference on Information Technology based Higher Education and Training, England, York, 2014.

Abbildung 7a (li.) und 7b (re.): Anwender mit Duchenne Muskeldystrophie verwendet die FLip-Mouse als Finger-Joystick für Computerspiele, Kombination mit mehreren Tastern für Spielaktivitäten und Wechseln der Modi (links); Anwenderin nutzt die FLipMouse als Mundsteuerung für ihr Android Smartphone (rechts)



Copyright 7a und 7b: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015

Durch die freie Verfügbarkeit der Hardware und Software unter Open Source Lizenzen, die niedrigen Herstellungskosten und die verfügbare Dokumentation (inkl. ausführlicher Bauanleitung) stellt das FLip-Mouse System eine Möglichkeit dar, Personen mit niedrigem Einkommen und ohne Sozialversicherung Zugang zu einer vielseitig einsetzbaren Interaktionshilfe zu geben.

Strategien für die Fehlerkorrektur des Eyetracking-Verfahrens

Im Zuge dieser Forschungsarbeit wurden verschiedene Varianten zur Korrektur der Offset-Fehler von Augensteuerungen bei direkter Kontrolle des Mausursors entwickelt und getestet. Es wurde jeweils darauf Wert gelegt, die Korrektur während eines normalen Betriebes des Eyetrackings durchführen zu können, ohne die Steuerung des Mausursors unterbrechen zu müssen (man spricht hier von einem „on-line“-Verfahren). Ausgehend von verschiedenen motorischen Möglichkeiten der AnwenderInnen wurden folgende Varianten implementiert:

- Fehlerkorrekturpunkte mit Linearer Approximation („Offset-Correction Spots“)
- Permanente Fehlerkorrektur durch FLipMouse („Permanent Offset Correction“)
- Kombinierte Fehlerkorrektur durch FLipMouse („Combined Offset Correction“)

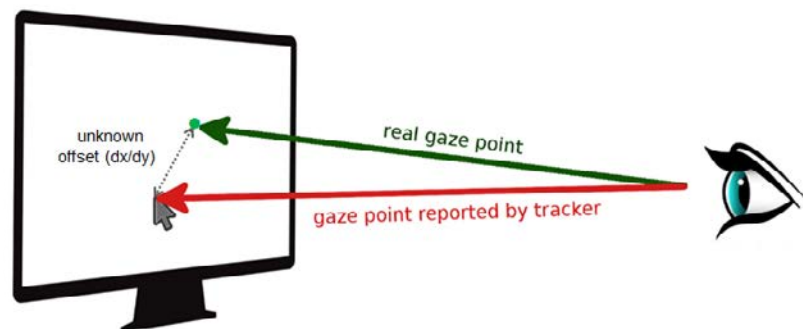
Bei allen drei Varianten wird davon ausgegangen, dass der/die AnwenderIn eine Möglichkeit besitzt, das Korrekturverfahren einzuleiten, sobald eine signifikante Abweichung der berechneten Blickkoordinaten des Eyetrackers (also der aktuellen Mauscursorposition) von der tatsächlichen Blickposition besteht.

A. Fehlerkorrekturpunkte mit Linearer Approximation

Verfügt der/die AnwenderIn abgesehen von der Augenbewegung über keinerlei zusätzliche motorische Möglichkeiten, so eignet sich ein mehrstufiges Verfahren, das auf der Ermittlung aktueller Fehlerkorrekturwerte in x- und y- Richtung und einer anschließenden linearen Approximation in der Nähe der betreffenden Bildschirmkoordinaten beruht:

1. Sobald der Offset-Fehler signifikant ist und korrigiert werden soll, löst der/die AnwenderIn das Korrekturverfahren über eine „binäre“ Eingabe oder Aktion aus, etwa durch einen längeren Lidschlag oder durch Pusten in das Mundstück der FLipMouse (siehe Abbildung 8 auf Seite 44).

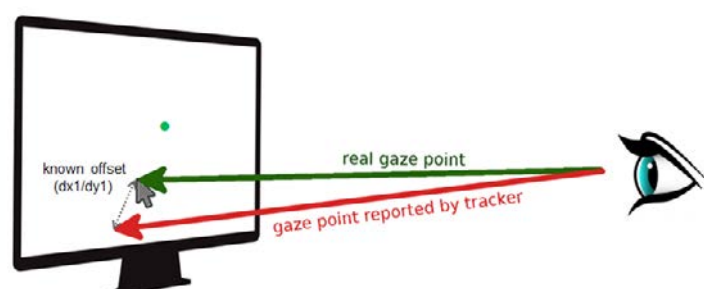
Abbildung 8: Ausgangssituation: Koordinaten der Augensteuerung sind mit unbekanntem Offsetfehler behaftet



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015 (Ersteller)

2. Die aktuelle Cursorposition (fehlerbehaftete x- und y- Koordinaten) wird gespeichert und die Mauscursorsteuerung wird pausiert – die aktuellen Koordinaten der Augensteuerung werden aber weiter aufgenommen und vom Algorithmus verarbeitet.

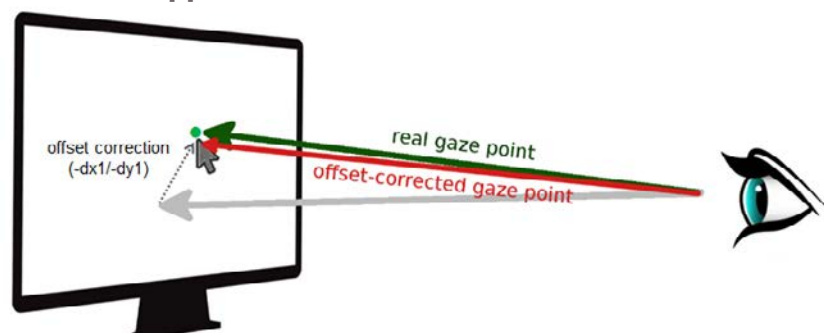
Abbildung 9: User blickt auf den stillstehenden Cursor – der nun entstehende Offset kann ermittelt werden



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015 (Ersteller)

3. Daraufhin blickt der/die AnwenderIn auf den (stillstehenden) Mauscursor. Da sich der Mauscursor üblicherweise in unmittelbarer Nähe befindet, kann angenommen werden, dass die nun vom Eyetracker übermittelten Koordinaten in der Größenordnung des Offset-Fehlers von den zuvor gespeicherten Werten abweicht (siehe Abbildung 9 auf Seite 44). Dadurch können die berechneten Blickkoordinaten in unmittelbarer Umgebung des stillstehenden Cursors nahezu vollständig korrigiert werden (siehe Abbildung 10 auf Seite 45). Das Daten-Quadrupel (x-Koordinate, x-Offset, y-Koordinate, y-Offset) wird einer internen Speicherstruktur hinzugefügt (Erzeugung eines neuen „Offset-Correction Spots“).

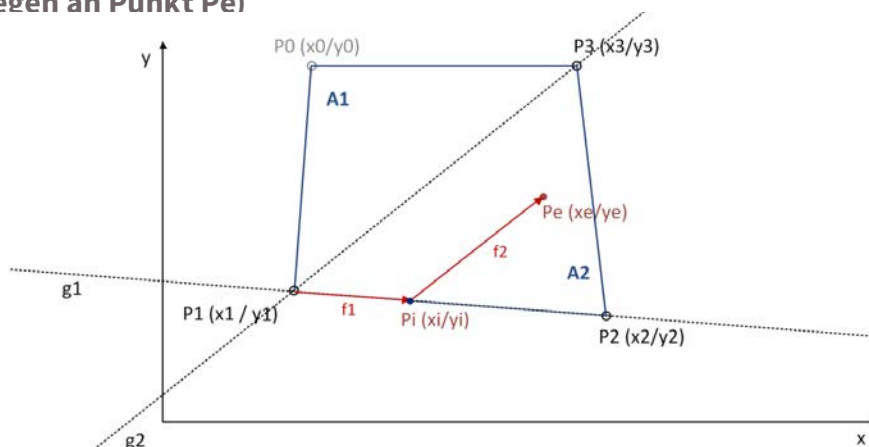
Abbildung 10: Nach dem Einfügen des Korrekturpunktes: Offsetfehler kann nahezu korrigiert werden; In der unmittelbaren Umgebung werden die Korrekturwerte für x- und y-Koordinate linear approximiert.



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015 (Ersteller)

4. Nach ca. 1–2 Sekunden wird die Cursorsteuerung fortgesetzt. In einem gewünschten Umkreis um die bestehenden Offsetkorrekturpunkte setzt nun ein lineares Approximationsverfahren ein, das die ermittelten x- und y-Offsetwerte in die ermittelten Werte des Eyetrackers einfließen lässt. Dadurch entsteht ein flüssiger Übergang von den originalen zu den justierten Eyetracking-Werten.

Abbildung 11: Lineare Approximation der Offset-Korrekturwerte zwischen mehreren Korrekturpunkten („Offset Correction Spots“) P0 – P3; (die aktuellen Blickkoordinaten liegen an Punkt Pe)



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015 (Ersteller)

Ein Modell des implementierten Approximationsalgorithmus ist in Abbildung 11 auf Seite 45 dargestellt: P0, P1, P2 und P3 repräsentieren existierende Offsetkorrekturpunkte mit den Bildschirmkoordinaten $(x_0/y_0 \dots x_3/y_3)$ und den entsprechenden Korrekturwerten $(ox_0/oy_0 \dots ox_3/oy_3)$. $P_e (x_e/y_e)$ entspricht der aktuellen Blickposition, für welche sinnvolle Korrekturwerte (ox_e/oy_e) gefunden werden sollen. Zuerst werden durch den Algorithmus 3 benachbarte Korrekturpunkte nahe P_e gesucht.

Im obigen Beispiel aus Abbildung 11 auf Seite 45 liegt P_e in der Ebene A2, und die Nachbarn P1, P2 und P3 werden ausgewählt. P_e kann nun via P1 und die Vektoren \vec{f}_1 und \vec{f}_2 beschrieben werden, mit P_i als Stationspunkt, wobei:

$$x_i = \frac{de - d_1}{k_1 - k_2} \quad y_i = k_2 * x_i + d_2$$

Die Länge von \vec{f}_1 und \vec{f}_2 wird nun verwendet, um die Verhältnisse r_1 und r_2 zu berechnen:

$$r_1 = \frac{|\vec{f}_1|}{|\vec{f}_1| + |\vec{f}_2|} \quad r_2 = \frac{|\vec{f}_2|}{|\vec{f}_1| + |\vec{f}_2|}$$

r_1 und r_2 dienen als Gewichtungskoeffizienten für die näherungsweise Bestimmung von (ox_e/oy_e) , ausgehend von (ox_1/oy_1) , (ox_2/oy_2) und (ox_3/oy_3) :

$$\begin{aligned} ox_e &= ox_1 + r_1 * (ox_2 - ox_1) + r_2 * (ox_3 - ox_1) \\ oy_e &= oy_1 + r_1 * (oy_2 - oy_1) + r_2 * (oy_3 - oy_1) \end{aligned}$$

B. Permanente Fehlerkorrektur durch FLipMouse

Stehen dem/der AnwenderIn zusätzliche (wenn auch minimale) Bewegungsmöglichkeiten z. B. von Kopf, Mund/Lippen, Fingern oder Zehen zur Verfügung, so kann auf weitere, effektivere Offset-Korrekturmaßnahmen zurückgegriffen werden. Bei der „Permanente Fehlerkorrektur“ wird die FLipMouse verwendet, um während der Augensteuerung des Mausursors $xOffset$ und $yOffset$ Werte zu korrigieren. Die FLipMouse bietet 2 Freiheitsgrade (Sensorwerte in x- und y-Richtung) – diese werden integriert und zu den aktuellen Trackingwerten addiert. Dadurch lässt sich ein entstehender Positionierungsfehler des Cursors gegenüber den tatsächlichen Blickkoordinaten sofort korrigieren. Diese Variante ist auch nützlich um bewusst einen Versatz in x- und/oder y-Richtung herbeizuführen. Ein Beispiel wäre die Verwendung des Windows On-Screen Keyboards, bei dem die Tastenbeschriftungen links oben in den Tastenfeldern abgebildet werden, was das Risiko der Auswahl benachbarter Tastenfelder erhöht. Hier kann ein kleiner positiver Offset in x- und y-Richtung eingestellt werden, sodass ein Blick auf die Tastenbeschriftung Werte im Zentrum der Taste erzeugt.

C. Kombinierte Fehlerkorrektur durch FLipMouse

Wie bei der „Permanente Fehlerkorrektur“ wird bei dieser Korrekturvariante die FLipMouse eingesetzt, um die Resultate des Eyetrackings zu verbessern. Bei der „Kombinierten Fehlerkorrektur“ werden allerdings

entweder die Daten des Eyetrackers zur Korrektur herangezogen, oder die Sensorwerte der FLipMouse. Sobald eine Interaktion mit dem FLipMouse-Joystick erkannt wird, wird die Auswertung der Augensteuerung pausiert und eine präzise Kontrolle des Mauscursors durch die Mund- bzw. Fingersteuerung wird möglich. In dieser Phase hört jegliches „Zittern“ des Cursors auf. Sobald die Person auf eine weiter entfernte Stelle am Bildschirm blickt, wird wieder auf Augensteuerung umgeschaltet. Hier werden also die Vorteile beider Systeme kombiniert (Augensteuerung für augenblickliches Positionieren des Cursors auch an entfernte Positionen am Bildschirm – Mund- oder Fingersteuerung für präzise und zitterfreie Kontrolle des Mauscursors) und der Wechsel erfolgt automatisch aufgrund einstellbarer Schwellwerte bzw. Distanzen.

Die Kombination der Sensorwerte von Augensteuerung und FLipMouse wurde durch das AsTeRICS-System realisiert (Assistive Technology Rapid Integration and Construction Set,²⁷), welches eine grafische Zusammenstellung von assistierenden Funktionen ohne großen Programmieraufwand erlaubt. Zu diesem Zweck wurden mehrere neue Plugins für das AsTeRICS-System erstellt (für den Tobi EyeX Eyetracker, den Eyetribe Eyetracker und für die FLipMouse), sodass die Daten in Echtzeit kombiniert und zur Mauscursor-Steuerung herangezogen werden können.

Ergebnisse

A. Computerbedienung bei fortgeschrittener Muskeldystrophie

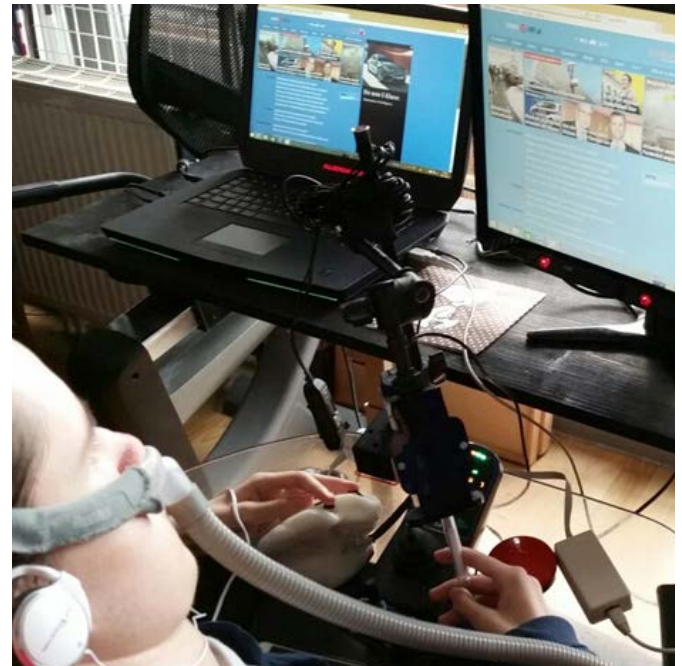
Ein 14-jähriger Anwender mit Duchenne Muskeldystrophie, diagnostiziert seit seinem 2. Lebensjahr, verwendet das System zur Bedienung seines Computers (siehe Abbildung 12 auf Seite 48). Aufgrund seiner Erkrankung hat er kaum motorische Fähigkeiten in Armen und Beinen. Er kann jedoch die Finger und den Kopf leicht bewegen, das Bewegungsausmaß und die Kraft sind aber nicht ausreichend, um handelsübliche Eingabesysteme zu verwenden. Des Weiteren wird eine Atmungsunterstützung benötigt, welche die Sprechfunktion leicht beeinträchtigt – Hören und Sehen sind unbeeinträchtigt. Primäre Zielsetzung war die Bedienung des Computers zu ermöglichen, um selbständig E-Mails schreiben, Internet surfen und am Computer spielen zu können. Durch die Atmungsunterstützung konnte die FLipMouse nicht als Lippenmaus verwendet werden, stattdessen wurde die Restmotorik in den Händen genutzt, um den FLipMouse-Joystick mit den Fingern der rechten Hand zu bewegen. Als Eyetracking-Lösung wurde ein kostengünstiger Tobii EyeX Tracker verwendet. Zur Korrektur der Offset-Fehler des Eyetrackings wurde die „Kombinierte Fehlerkorrektur“ eingesetzt, da die alleinige Verwendung des Eyetrackers nicht ausreichend war, um kleine Flächen (wie z. B. „Window-Decorations“ zum Schließen oder Minimieren eines Programmfensters) auswählen zu können. Zusätzlich wurden ergonomisch angepasste Schalter in der Nähe der Finger der linken Hand platziert, um Aktionen wie linke und rechte Mausclicks auszulösen.

²⁷ AsTeRICS Consortium, „AsTeRICS – Assistive Technology Rapid Integration & Construction Set,“ [Online]. Available: <http://www.asterics.eu/>.

Der Anwender kann nun durch die vorgestellte Unterstützungstechniklösung folgende Aufgaben selbstständig durchführen:

- Starten und Schließen von Programmen unter Windows 7
- Schreiben von E-Mails mittels On-Screen-Keyboard
- Erzeugen, Umbenennen und Löschen von Verzeichnissen
- Erreichen und Auswählen von kleinen Schaltflächen, wie „Minimieren“, „Maximieren“ oder „Fenster Schließen“
- Internet surfen
- Einfache PC-Spiele steuern

Abbildung 12a (li.) und 12b (re.): Ein Anwender mit Duchenne Muskeldystrophie bei der Verwendung der FLipMouse in Kombination mit dem Tobii EyeX Eyetracker und zusätzlichen Schaltern zur Bedienung seines Computers. Der Eyetracker und die FLipMouse werden zum Positionieren des Mauscurors verwendet (Kombinierte Fehlerkorrektur), die zusätzlichen Schalter für Klickfunktionen.

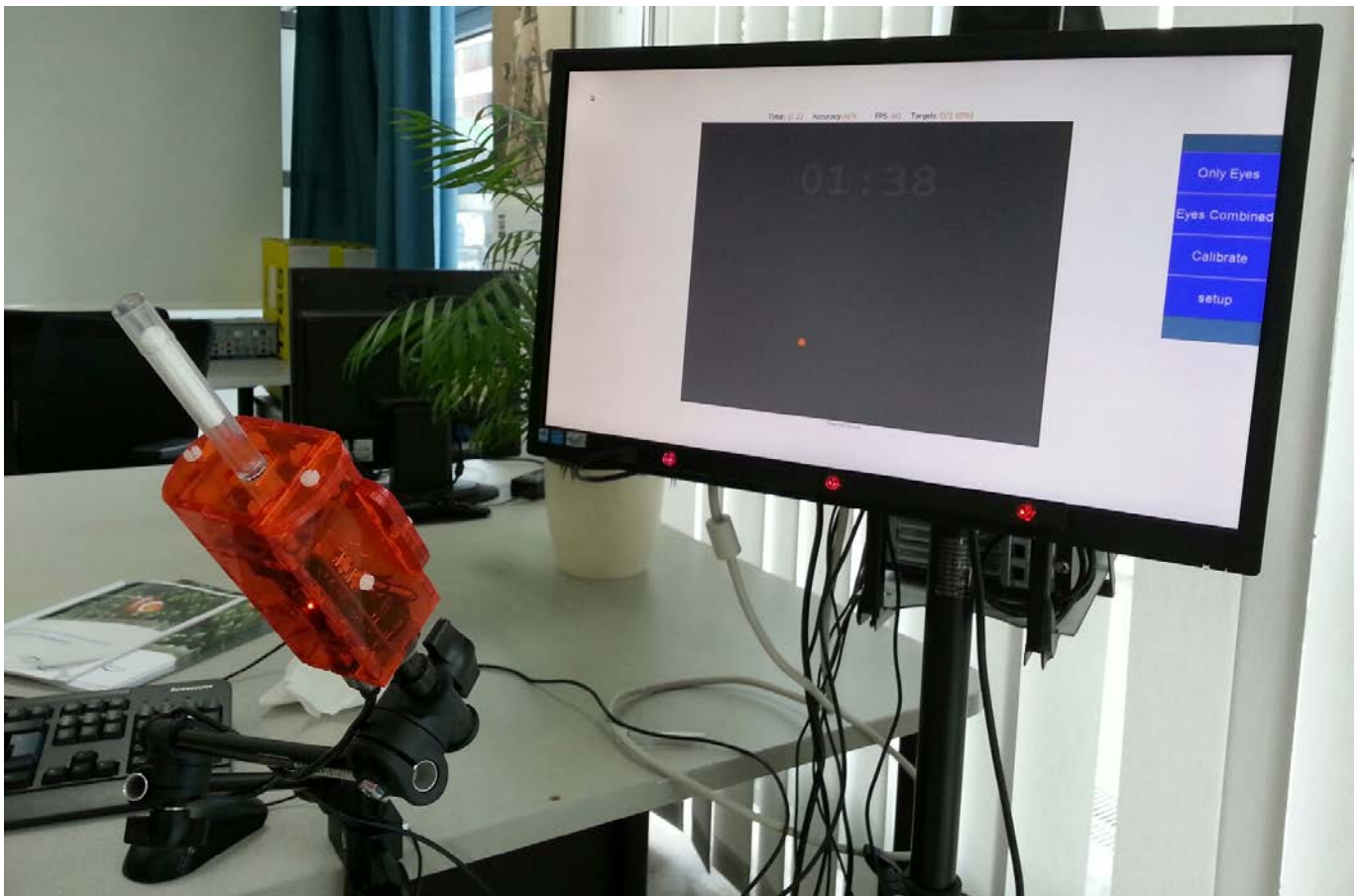


Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015

B. Quantitative Messung von Effizienz und Dauer der Mauscursorpositionierung

In der quantitativen Untersuchung mit 3 Testpersonen wurden Effizienz und Dauer der Mauscursorpositionierung gemessen. Das Gamecontroller-Benchmarktool Aimbooster²⁸ wurde so konfiguriert, dass einzelne Elemente mit einem Durchmesser von 20 Pixel nacheinander auf zufälligen Bildschirmpositionen innerhalb einer definierten Fläche (1000 x 800 Pixel) erscheinen und für maximal 10 Sekunden sichtbar sind. Die Testpersonen wurden aufgefordert, innerhalb von 2 min so viele Elemente wie möglich anzuklicken. Die Tests wurden sowohl für eine reine Augensteuerung als auch für die Eyetracker-Lippenmaus-Kombination in jeweils 5 Sessions durchgeführt. Die Anzahl der angeklickten Elemente bzw. durchschnittliche Reaktionszeiten (Anzeigen bis Anklicken eines Elementes) wurden ausgewertet (siehe Tabelle 1 auf Seite 51).

Abbildung 13: Versuchsaufbau zur Messung der Effizienz und Dauer der Cursorpositionierung (mit und ohne Offset-Korrektur mittels FLipMouse)

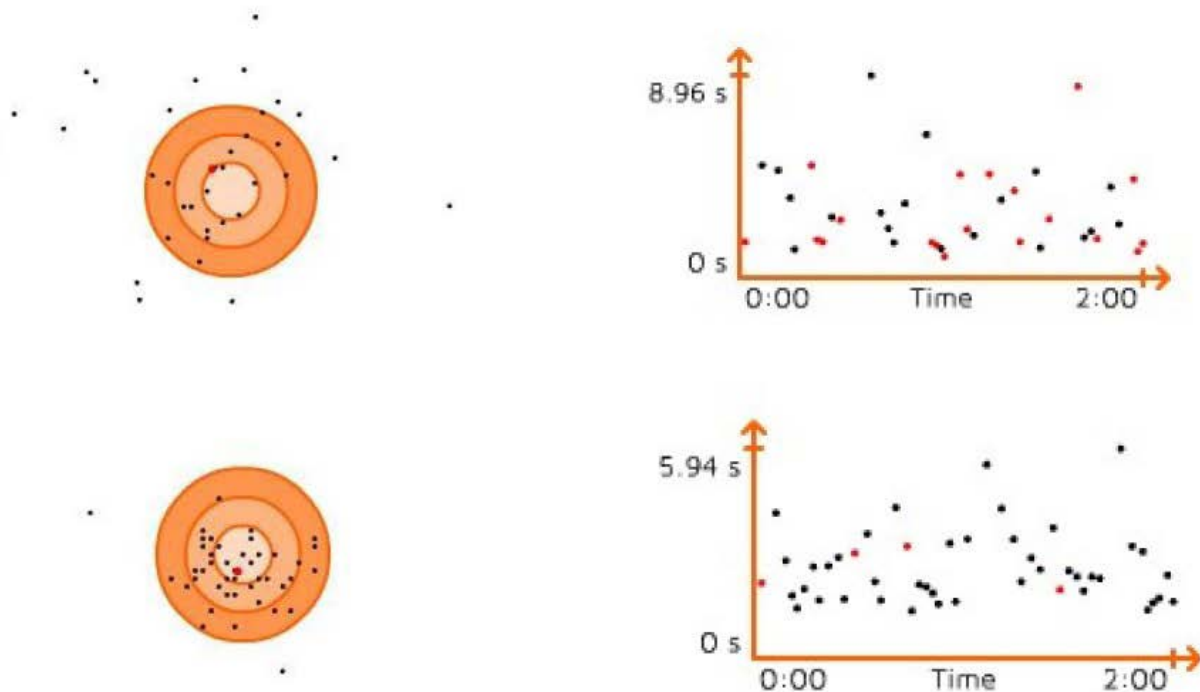


Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015

²⁸ „AimBooster, evaluation settings,“ [Online]. Available: <http://www.aimbooster.com/s/z1hdpNS>. [Zugriff am 30.06.2016].

Als Testsystem diente ein Intel Core i5 Computer mit 8GB RAM, 22“ Bildschirm und einer Auflösung von 1920 x 1080 Pixel, das verwendete Betriebssystem war Windows 7. Der Tobii EyeX Tracker wurde am unteren Bildschirmrand positioniert. Die FLipMouse wurde an einem 3-teiligen Manfrotto Gelenksarm befestigt – hier wären auch andere Montageverfahren möglich, wichtig ist aber eine genaue Positionierung des Mundstückes, sodass eine angenehme Verwendung des Systems auch über einen längeren Zeitraum möglich ist. Es ist auch darauf zu achten, dass die Montage der FLipMouse das Kamerabild des Eyetracking Systems nicht beeinträchtigt (siehe Abbildung 13 auf Seite 49).

Abbildung 14: Messergebnisse eines typischen Testlaufs bei reiner Augensteuerung (oben) und Eyetracker-FLipMouse-Kombination (unten).



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015 (Ersteller)

Die in Abbildung 14 auf Seite 50 dargestellten Messergebnisse zeigen die Klickpunkte und deren Abstand zum vorgegebenen Ziel (links) und die Reaktionszeit von Anzeige bis Anklicken eines Elementes (rechts). Bei der reinen Augensteuerung ist erkennbar, dass viele Klickpunkte außerhalb des 20 Pixelradius liegen. Die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zeigen eine höhere Anzahl an Klicks (42 – 48) und eine höhere Genauigkeit (86% – 91%) bei der Eyetracker-FLipMouse-Kombination im Gegensatz zu 20 – 51 Klicks und 51% – 57% Genauigkeit bei reiner Augensteuerung.

Tabelle 1: Die durchschnittliche Anzahl angeklickter Elemente (Treffer) und die durchschnittliche Reaktionszeit (Anzeige bis Anklicken eines Elementes) für reine Augensteuerung (links) und Eyetracker-Lippenmaus-Kombination (rechts) aus 5 Testdurchläufen.

User	ohne Offsetkorrektur		mit Offsetkorrektur	
	Treffer	Zeit	Treffer	Zeit
User A	20/39 (51%)	3,04 sec.	42/46 (91%)	2,58 sec.
User B	51/89 (57%)	1,32 sec.	43/50 (86%)	2,36 sec.
User C	38/70 (54%)	2,3 sec.	48/53 (90%)	2,70 sec.

Die Ergebnisse der quantitativen Messung zeigen, dass die Effizienz der Mauscursorsteuerung durch die Fehlerkorrektur der Augensteuerungswerte mittels FLipMouse / „Kombinierter Fehlerkorrektur“ signifikant verbessert werden konnte, verglichen mit einer reinen Cursorsteuerung durch den Eyetracker. Die durchschnittliche Trefferquote von Zielen mit 20 Pixel Durchmesser konnte von 54% auf 89% erhöht werden, wobei die durchschnittliche Verzögerung durch den Korrekturvorgang nur 320 Millisekunden (14%) beträgt.

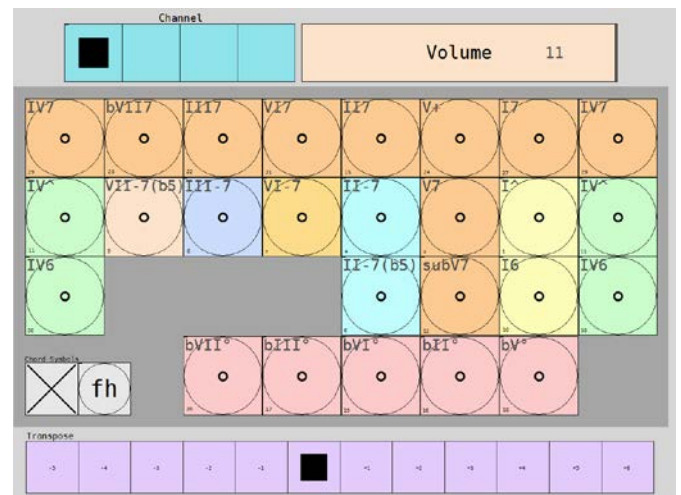
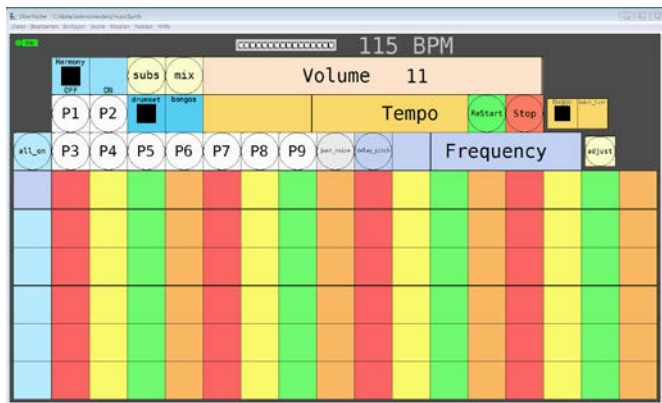
Entwicklung von Speziellen Musikinstrumenten: „Chordion“ und „FreakyTricky“

In einer Zusammenarbeit mit den Musikern Georg Schmelzer Zirigner und Harry Hötzingler wurde eine neuartige Benutzerschnittstelle für elektronische Klangerzeugung erstellt, die auf den hier vorgestellten Methoden zur Mauscursorsteuerung beruht. Zusätzlich zum Tobii EyeX Eyetracker und der FLipMouse für Offset-Korrektur und Klick-Unterstützung wurden mit der freien Software „Pure Data“ (PD,²⁹) zwei graphische Oberflächen kreiert, die eine umfangreiche musikalische Ausdrucksmöglichkeit erlauben und speziell für die Verwendung über Augensteuerungssysteme optimiert sind. Das „Chordion“-Interface stellt eine Reihe von Interaktionsflächen für die Auswahl von Instrumenten, Transponierstufen und harmonischen Akkorden zur Verfügung (siehe Abbildung 15b, rechts auf Seite 52). Die Ansteuerung eines Akkords erfolgt durch Positionierung des Cursors auf der entsprechenden Schaltfläche, das Auslösen bzw. Halten des Akkords erfolgt durch Pusten in das FLipMouse Mundstück. Dadurch lassen sich auch komplexe Akkordfolgen spielen und der Wechsel von einem Akkord zum nächsten ist binnen Sekundenbruchteilen möglich.

Zur Erzeugung von Rhythmen und elektronischen Soundeffekten wurde der sogenannte „FreakyTricky“ Step-Sequencer entwickelt (siehe Abbildung 15a, links auf Seite 52). Diese Oberfläche erlaubt die Zusammenstellung von perkussiven Mustern mit wählbaren Instrumenten bzw. Sound- oder Drum-Samples durch Auswahl einer Reihe von Feldern auf dem Bildschirm, wodurch eine zeitliche Abfolge verschiedener Klänge definiert werden kann. „FreakyTricky“ und „Chordion“ lassen sich kombinieren und auch zur Ansteuerung externer Klangerzeuger über den „Midi“-Standard verwenden.

²⁹ „Pure Data – Pd community Site,“ [Online]. Available: <https://puredata.info/>. [Zugriff am 30.06.2016].

Abbildung 15a (links) und 15b (rechts): Spezielle Benutzerschnittstellen für elektronische Klang-erzeugung durch Augensteuerung + FLipMouse; links: „FreakyTricky“ Step-Sequencer zur Erzeugung von Rhythmen, rechts: „Chordion“ zur Erzeugung von Akkorden mit wählbaren Instrumenten



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2016 (a) und 2015 (b)

Die Band „Toilers of Tune“

Die Anwendbarkeit der entwickelten Interaktionshilfen zusammen mit den speziellen Musikschnittstellen „Chordion“ und „FreakyTricky“ wird durch die Live-Auftritte der Band „The Toilers of Tune“ eindrucksvoll unter Beweis gestellt (siehe Abbildung 16 auf Seite 53). Hier werden Jazz-Standards und Eigenkompositionen in einer klassischen Besetzung (Vocals: Petra Feuerstein, Bass: Georg Schmelzer Ziringer, Banjo: Andi Sagmeister, Keyboards: Harry Hötzing, Drums: Leo Geist) interpretiert. Der Keyboarder Harry Hötzing verwendet das hier vorgestellte System der Kombination von Eyetracking und FLipMouse. Ein Video ist unter ³⁰ verfügbar.

³⁰ Project AsTeRICS Academy, „AsTeRICS Academy: Assistive Tools: Chrodion & Freaky Tricky,“ 2016. [Online]. Available: <http://www.asterics-academy.net/tools/music-interface>. [Zugriff am 30.06.2016].

Abbildung 16a (li.) und 16b (re.): „The Toilers of Tune“ mit Harry Hötzingler bei einem Live-Auftritt an der FH Technikum Wien, Juli 2015



Copyright: FH Technikum Wien, Christoph Veigl, 2015

Danksagung

Diese Arbeit wurde von der Europäischen Kommission im Rahmen des Forschungsprojektes Prosperity4All (Seventh Framework Programme, Projektnummer 610510) – und von der Gemeinde Wien im Rahmen des Internationalisierungsprojektes „AsTeRICS Academy“ (MA23, Projektnummer 14 – 02) finanziell unterstützt. Wir bedanken uns bei den Fördergebern, bei den Musikern Harry Hötzingler und Georg Schmelzer Ziringer, der Band „Toilers of Tune“ sowie bei allen Testpersonen für die gute Zusammenarbeit.



StadT+Wien

Entsprechende Publikationen

ICT-Innovations 2015: Christoph Veigl, Veronika David, Martin Deinhofer, Benjamin Aigner: Online offset correction of remote eye tracking data: A novel approach for accurate gaze-based mouse cursor control (best paper award)

DSAI 2016: Benjamin Aigner, MSc., Veronika David, MSc., Martin Deinhofer, MSc., Dipl.-Ing. Christoph Veigl: FLipMouse – a Flexible Alternative Input Solution for People with Severe Motor Restrictions

ITHET 2014: Christoph Veigl DI; Benjamin Aigner, MSc.; Veronika David, MSc.; Martin Deinhofer, MSc.; Mag.^a Angelina Kratschanova, BA; „The AsTeRICS Academy for Cross-Cultural Education in Assistive Technologies Strategies for fostering diversity in electrical engineering and information technology“



*Bildbeschreibung: Ein Mitarbeiter der GWS beim Aufkleben der Metalleffektcomponenten des Wintec-Pokals 2016.
© GWS*



v.l.n.r. SCHMID, TOMAN, GISINGER, SCHABUS und PUCHER. Team Pucher bekommt vom Direktor des Lehrkrankenhauses der Medizinuniversität Wien (Haus der Barmherzigkeit) GISINGER die Trophäe und den Preisscheck zum 3. Platz überreicht. © bka/christopher.dunker

3. PREIS: SALB – Sprachsynthese von Auditiven Lehrbüchern für blinde SchülerInnen

Mag. phil. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Pucher

▪ Dipl.-Ing. Dr. techn. Markus Toman ▪ Bettina Zillinger, MSc BSc ▪ Dr.ⁱⁿ Cassia Valentini Botinhao

▪ Dr. Junichi Yamagishi ▪ Dipl.-Ing. Dr. Dietmar Schabus und Erich Schmid

Projektbeschreibung

Informationstechnologie im Allgemeinen und Sprachtechnologie im Besonderen haben den Zugang zu Informationen für blinde und sehgeschädigte BenutzerInnen stark verbessert. Heute können blinde NutzerInnen auf die gesamte Information im Web mittels sprachbasierter Benutzeroberflächen zugreifen. Der Vorteil von sprachbasierten Benutzeroberflächen gegenüber Braillezeilen ist, dass erstere kostengünstiger sind und ohne spezielles Training verwendet werden können.

Parametrische Methoden der Sprachsynthese werden heute in vielen sprachbasierten Benutzeroberflächen verwendet, da sie wenig Speicher benötigen, effizient berechnet werden können und adaptiv sind. Mittels Adaption von Modellen ist es möglich, einfach Stimmen für eine(n) bestimmte(n) SprecherIn zu entwickeln. Adaptive Methoden können auch für die Generierung von schnell gesprochener Sprache verwendet werden, was für blinde NutzerInnen sehr wichtig ist, um effizient mit einem Informationssystem zu interagieren.

In diesem Projekt wurde Sprachsynthese für auditive Lehrbücher und Audiospiele evaluiert. Außerdem wurde der Einfluss von verschiedenen sozialen Rollen (Lehrer/innen - Schüler/innen) sowie von Selbst- und Fremdwahrnehmung untersucht, der zwischen der hörenden Person und der Person, deren Stimme synthetisiert wird, besteht. Dazu wurden synthetische Stimmen entwickelt, die so klingen wie die Stimmen der beteiligten LehrerInnen und SchülerInnen. Mit diesen Stimmen wurde gezeigt, dass die Interaktivität von Audiospielen verbessert wird, wenn die eigene synthetische Stimme verwendet wird. Dies hat weitreichende Folgen für alle zukünftigen sprachbasierten Programme, da diese Programme in Zukunft immer stärker an die NutzerInnen angepasst werden. Das Wissen darum, welche Stimme in dieser Anpassung verwendet werden soll, ist daher sehr wichtig.

Es wurde auch untersucht, welche Methoden am besten verwendet werden sollen, wenn ein Sprachsynthesizer schnell gesprochene Sprache produzieren soll. Dazu wurden verschiedene existierende Metho-

den implementiert und mit einem deutschen und englischen Synthesizer getestet. Es zeigte sich, dass einfache lineare Methoden sehr zuverlässig sind. Diese können nur von Methoden übertroffen werden, welche hochqualitative Aufnahmen von schnell gesprochener Sprache als Trainingsmaterial verwenden.

Das Wissen der SchülerInnen wurde über einen Workshop in das Projekt eingebracht, in dem sie an der Entwicklung und Evaluation der synthetischen Stimmen beteiligt waren. Im Workshop wurden ein sprachbasiertes Memory- und Labyrinth-Spiel evaluiert, wo sich zeigte, wie Sprache zur Anwendung kommen kann. Außerdem nahmen die SchülerInnen an einem Wettbewerb teil, in dem sie schnell gesprochene synthetische Sprache erkennen mussten. Um Synthesizer zu entwickeln, die wie die Stimmen der SchülerInnen klingen, wurden Aufnahmen von den SchülerInnen in einem schalltoten Raum gemacht. Dabei wurde von jedem/jeder normale, langsame und schnell gesprochene Sprache aufgenommen. Vor allem die Herstellung und der Klang der eigenen synthetischen Stimme war für die Schülerinnen interessant:

„Ich fand es ganz interessant, eine eigene synthetische Stimme herzustellen und auch zu hören, wie sie klingt“ Angelika Angerer.

„Es war außerdem ganz lustig zu erfahren, wie seine eigene synthetische Stimme klingt und was andere darüber denken“ Denise Postl.

Gemeinsam mit den SchülerInnen wurde auch eine Aufführung ausgearbeitet, in der natürliche und synthetische Stimmen gemeinsam verwendet wurden. Diese Aufführung wurde am Science Slam in Wien präsentiert.

Die Erkenntnisse aus der Kooperation mit den SchülerInnen und LehrerInnen können wesentlich zur Entwicklung besserer sprachbasierter Benutzeroberflächen beitragen.

Ergebnisse

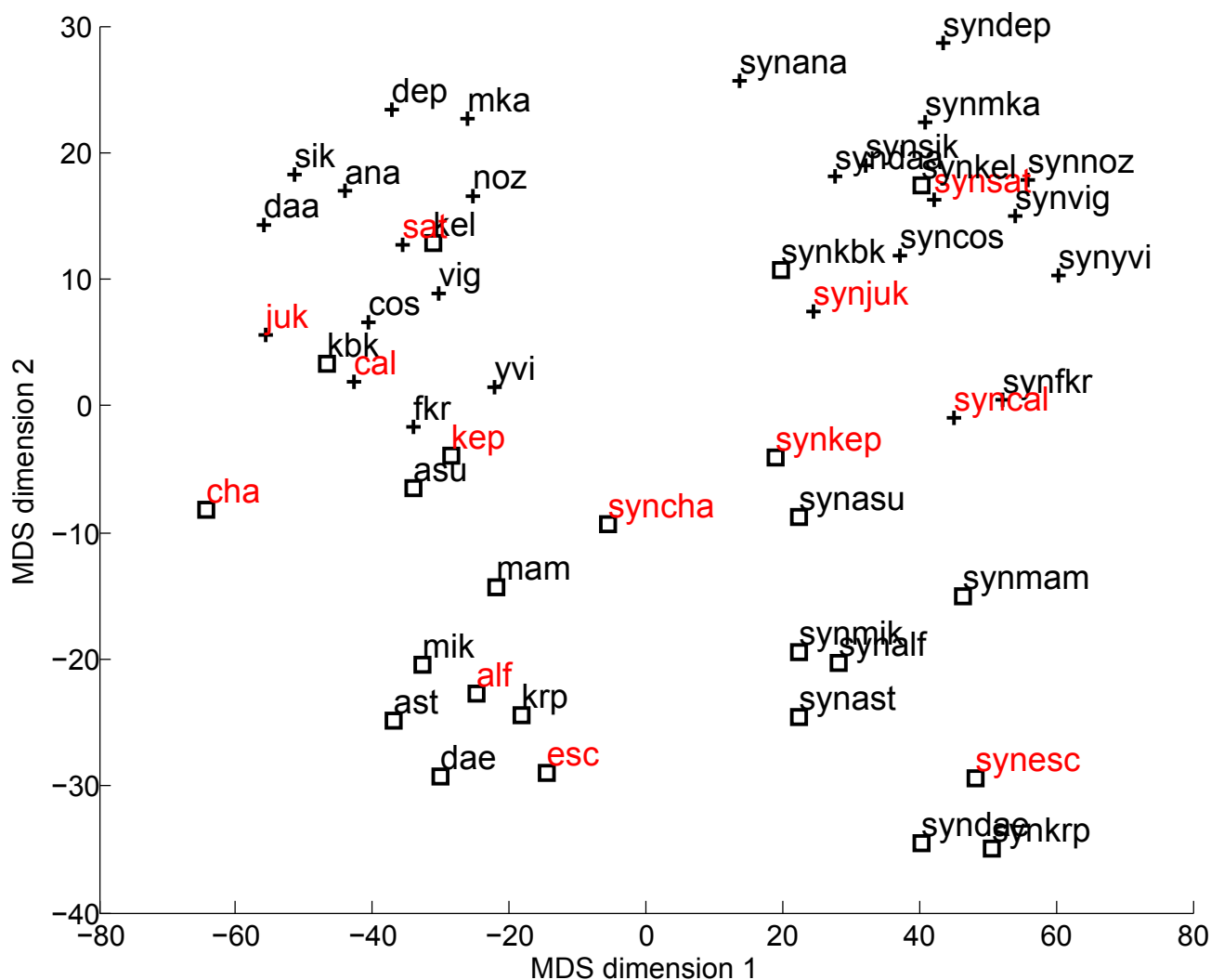
A. Wissenschaftliche Ergebnisse

In den 3 verschiedenen Arbeitspaketen wurden folgende wissenschaftliche Resultate erzielt:

Arbeitspaket 1 – Wahrnehmung von synthetischer Sprache und sozialer Rolle

- Es wurden Aufnahmen von langsamer, normaler und schnell gesprochener Sprache von 18 SchülerInnen und 7 LehrerInnen des BBI gemacht. Die Aufnahmen fanden am Institut für Schallforschung, ÖAW statt. Diese Aufnahmen sind phonetisch balanciert und wurden zur Entwicklung von Computerstimmen verwendet.
- 25 verschiedene Computerstimmen wurden mit den aufgenommenen Daten entwickelt (siehe Abbildung 1 auf Seite 57).

Abbildung 1: Vergleich zwischen synthetischen (“syn” vorangestellt) und natürlichen Stimmen. SchülerInnen sind schwarz markiert, LehrerInnen rot. Weibliche SprecherInnen mit Kreuzen, männliche mit Quadraten. Die erste Dimension klassifiziert Stimmen als synthetisch oder natürlich, während die zweite Dimension männliche von weiblichen Stimmen unterscheidet.

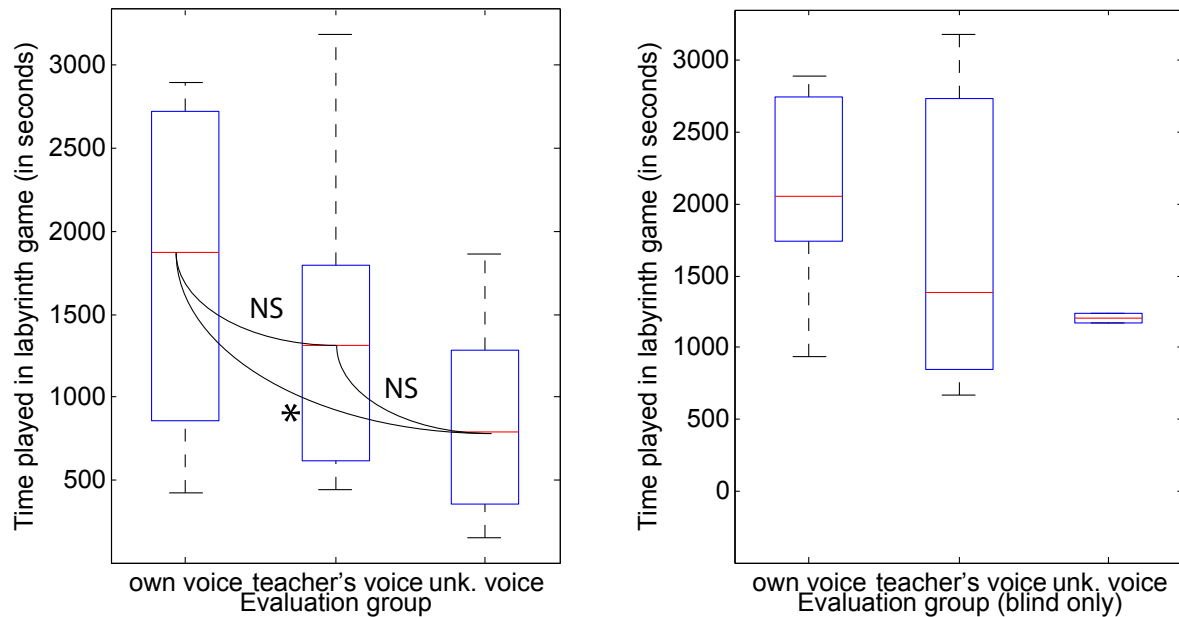


Copyright: ÖAW – Österreichische Akademie der Wissenschaften

- Wir konnten zeigen³¹, dass die Verwendung der eigenen Stimme zu einer höheren Interaktivität und besseren Performanz bei den Audiospielen führt.

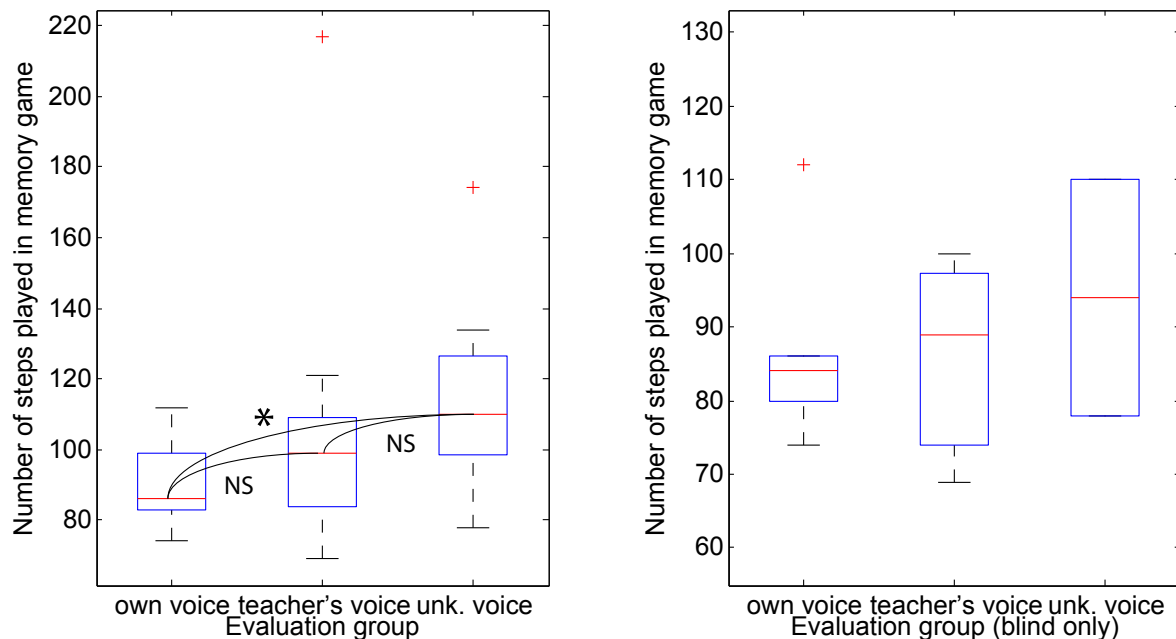
³¹ Michael Pucher, Markus Toman, Dietmar Schabus, Cassia Valentini-Botinhao, Junichi Yamagishi, Bettina Zillinger, Erich Schmid, Influence of speaker familiarity on blind and visually impaired children's perception of synthetic voices in audio games. INTERSPEECH 2015, Dresden, Germany.

Abbildung 2: TeilnehmerInnen, die ihre eigene synthetische Stimme hörten, spielten das Labyrinthspiel signifikant länger als jene, die eine unbekannte Stimme hörten (Wilcoxon Rangsummen Test, $p < 0,05$). Unterschiede zwischen Stimmen der LehrerInnen und eigener oder fremder Stimme waren nicht signifikant (linke Abbildung). Dieselben Trends zeigen sich auch, wenn die Untersuchung auf blinde SpielerInnen eingeschränkt wird (rechte Abbildung). Es wurden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden.



Copyright: ÖAW – Österreichische Akademie der Wissenschaften

Abbildung 3: SpielerInnen brauchten signifikant ($p < 0,05$) weniger Schritte im Memoryspiel, wenn sie ihre eigene synthetische Stimme hörten, verglichen mit jenen, die eine fremde Stimme hörten. Unterschiede zwischen Stimmen der LehrerInnen und eigener oder fremder Stimme waren nicht signifikant (linke Abbildung). Auch hier sehen wir dieselben Trends, wenn wir die Unterscheidung auf blinde SpielerInnen einschränken. Es wurden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden.



Copyright: ÖAW – Österreichische Akademie der Wissenschaften

Arbeitspaket 2 – Wahrnehmung von synthetischer Sprache in auditiven Lehrbüchern

- Ein Konzept wurde entwickelt, um die Verwendung von verschiedenen Stimmen in interaktiven Szenarien zu evaluieren. Es soll die Frage beantwortet werden, ob die Verwendung verschiedener Stimmen, und wenn ja welcher, zu einer längeren Interaktion führt. Aus diesen Resultaten können dann Schlussfolgerungen bezüglich der Verwendung von synthetischen Stimmen in Lehrbüchern gezogen werden.
- Es wurde eine Open-Source Computerstimme für Österreichisches Deutsch entwickelt, die mit der Version 0.9.3. erstmals veröffentlicht wurde³². Diese Stimme kann unter Linux Betriebssystemen verwendet werden und wurde schon mehr als 100-mal heruntergeladen.
- Außerdem wurde eine SAPI (Speech Application Programming Interface) Schnittstelle entwickelt, die es erlaubt, alle Computerstimmen, die im Projekt entwickelt werden, auch auf Windows PCs zu verwenden. Mit dieser Schnittstelle können unsere Stimmen mit einer Menge von geläufigen Software-

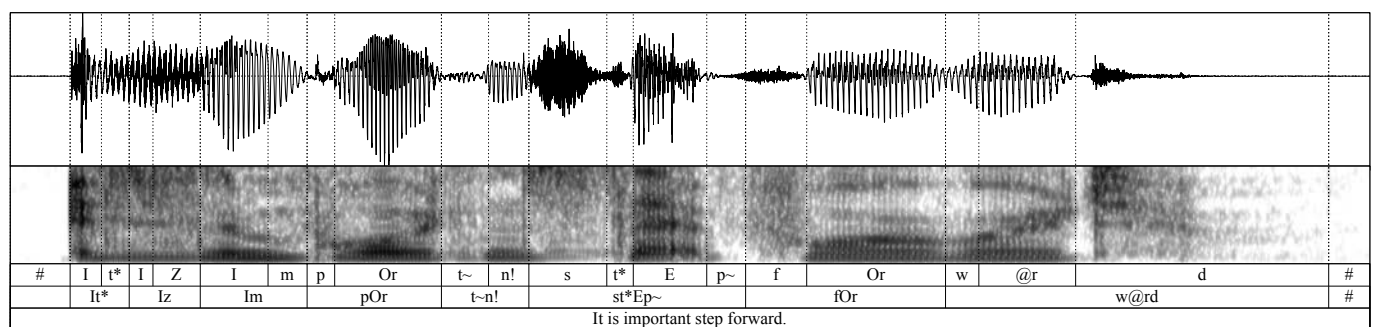
³² Markus Toman, Michael Pucher, *An Open Source Speech Synthesis Frontend for HTS. Text, Speech, and Dialogue (TSD) 2015, Pilsen, Czech Republic.*

paketen verwendet werden. Damit ist es auch möglich, dass die SchülerInnen ihre eigenen Stimmen auf ihren Rechnern verwenden. Die für die SchülerInnen entwickelten Stimmen wurden beim zweiten Workshop am BBI verteilt. Die SAPI Schnittstelle wurde 2014 zusammen mit einer neuen Version von LEO, welche auch eine Komponente zur Textanalyse enthält, publiziert³³.

Arbeitspaket 3 – Synthese von schnell gesprochener Sprache

- Es wurden Methoden entwickelt, um schnell gesprochene Sprache zu synthetisieren. Die Methoden basieren auf Signalverarbeitung, Adaption und Interpolation von Sprachmodellen, und einer Kombination von Signalverarbeitung und modellbasierten Methoden.
- Evaluationen von schnell gesprochener synthetisierter Sprache zeigten, dass eine Kombination von modellbasierten und auf Signalverarbeitung basierten Methoden die besten Resultate erzielt, in Abhängigkeit von der Qualität der schnell gesprochenen Sprachdaten^{34,35}.
- Um die Qualität der schnell gesprochenen Sprache zu evaluieren, wurden Aufnahmen einer englischen Sprecherin und eines deutschen Sprechers annotiert und analysiert (siehe Abbildung 4 auf Seite 60, Abbildung 6 auf Seite 60 und Tabelle 1 auf Seite 61).

Abbildung 4: Schnell gesprochener englischer Satz, annotiert in Praat mit Phonsymbolen des Combilex Lexikons.



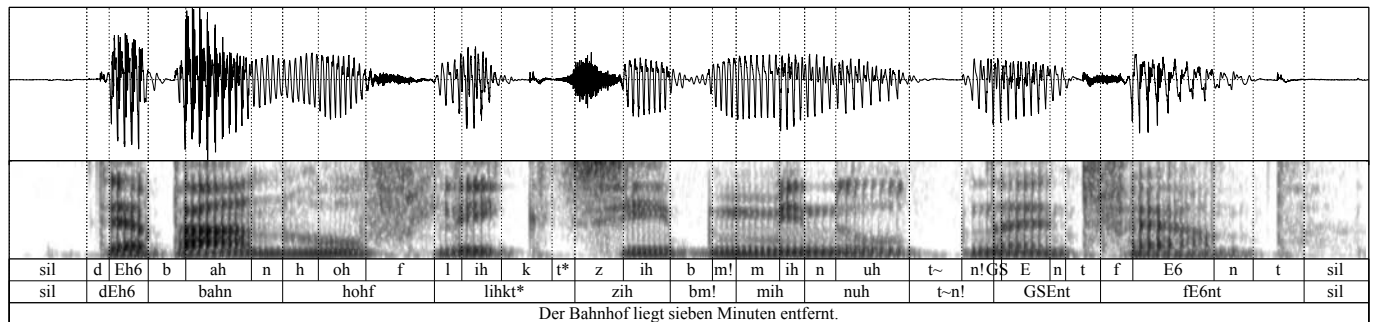
Copyright: ÖAW – Österreichische Akademie der Wissenschaften

³³ Cassia Valentini-Botinhao, Markus Toman, Michael Pucher, Dietmar Schabus, Junichi Yamagishi, *Intelligibility of time-compressed synthetic speech: compression method and speaking style. Speech Communication, (accepted).*

³⁴ Cassia Valentini-Botinhao, Markus Toman, Michael Pucher, Dietmar Schabus, Junichi Yamagishi, *Intelligibility analysis of fast synthesized speech. In Proceedings of INTERSPEECH 2014, Singapore, pp. 2922-2926.*

³⁵ Cassia Valentini-Botinhao, Markus Toman, Michael Pucher, Dietmar Schabus, Junichi Yamagishi, *Intelligibility of time-compressed synthetic speech: compression method and speaking style. Speech Communication, (accepted)*

Abbildung 5: Schnell gesprochener deutscher Satz, annotiert in Praat mit Phonsymbolen aus dem Lexikon für Österreichisches Deutsch.



Copyright: ÖAW – Österreichische Akademie der Wissenschaften

Tabelle 1: Ergebnisse des Vergleichs zwischen Annotation und korrekt ausgesprochener Sprache. Anzahl der Phone in korrekter Aussprache (phones), Anzahl der korrekten Phone (hits), Löschungen (deletions), Ersetzungen (substitutions), Einfügungen (insertions) in der schnell gesprochenen Sprache. PER ist die Phonfehlerrate (phone error rate) der schnell gesprochenen Sprache verglichen mit korrekt gesprochener Sprache mit normaler Geschwindigkeit. Die englische Sprecherin zeigt eine wesentlich höhere Phonfehlerrate, was beweist, dass die Qualität der deutschen schnell gesprochenen Sprache wesentlich besser ist und damit auch zu einem besseren Modell führt.

language	phones	hits	deletions	sub-situations	insertions	PER
English	857 (56)	717 / (84%)	45 (16) / 5%	95 (39) / 11%	0	16.34%
German	1480 (67)	1359 / 91%	62 (18) / 4%	55 (36) / 4%	4 (4)	8.20%

B. Einbindung der SchülerInnen

Workshop 1

3 Mitglieder des SALB Teams (Erich Schmid - BBI, Birgit Sützl - FTW, Markus Toman - FTW) haben von 27.-28. August 2013 am ÖCC (Österreichisches Computercamp für sehbehinderte und blinde Kinder) teilgenommen [2]. Dort wurde eine erste Version von LEO (0.9) der Open-Source Stimme für österreichisches Deutsch präsentiert und in die Knoppix (Linux) Plattform integriert. Zur Stimme wurde ein erstes Feedback der User eingeholt.

Workshop 2

Vom 8. September 2014 bis 9. September 2014 fand ein zweiter Workshop am Bundesblindenerziehungsinstitut (BBI) statt, an dem 27 SchülerInnen teilnahmen. Die SchülerInnen wurden in 2 Gruppen eingeteilt, wobei abwechselnd eine Gruppe an verschiedenen Evaluationen teilnahm, und die andere Gruppe Vorträge zum Thema Sprachverarbeitung hörte.

Die Evaluationen bestanden aus 3 Teilen:

- Im **ersten Teil** wurden den SchülerInnen Beispiele von schnell gesprochener synthetisierter Sprache vorgespielt, die sie erkennen mussten. Am Ende des Workshops wurde ein Ranking erstellt, wer wie viel verstanden hatte. Alle SchülerInnen erhielten eine Urkunde und für die besten drei wurde auch der Platz und das Ergebnis verkündet.
- Im **zweiten Teil** spielten die SchülerInnen ein Audio Memory Spiel, bei dem sie jeweils zwei Begriffe wiederfinden mussten. Jede Taste auf einem vordefinierten Bereich war mit einem bestimmten Begriff aus einer bestimmten Domäne (z. B. Musikinstrumente oder Tiere) akustisch hinterlegt.
- Im **dritten Teil** spielten die SchülerInnen ein Labyrinthspiel, bei dem sie aus einem akustischen Labyrinth entkommen mussten. Das Labyrinth bestand aus einer fixen Anzahl von Räumen, die miteinander verbunden waren, wobei einige Räume auch Sackgassen waren.
- Beim zweiten und dritten Teil ging es darum zu messen, wie lange die SchülerInnen sich mit den jeweiligen Spielen beschäftigen und wie gut sie abschneiden. Die verschiedenen synthetischen Stimmen, die in den Audiospielen verwendet wurden, waren in 3 Kategorien eingeteilt: Stimmen von SchülerInnen, Stimmen von LehrerInnen, unbekannte Stimmen. In unserer Untersuchung ging es darum, ob eigene oder bekannte Stimmen einen Einfluss auf das Spielverhalten haben, was wir in ³⁶ zeigen konnten.

Zur Vorbereitung auf den Science Slam erarbeiteten wir in Kleingruppen gemeinsam mit den SchülerInnen mehrere Ideen für Performances. Diese verschiedenen Ideen wurden dann im Plenum besprochen und es wurde abgestimmt, welche Performance für den Science Slam eingereicht werden soll.

Die so ermittelte beste Idee wurde dann mit den SchülerInnen, die sich für die Performance gemeldet hatten, geprobt.

Science Slam

Im September 2014 nahmen die SchülerInnen des BBI an der Science Slam Vorausscheidung teil.

Sie wurden dann auch ausgewählt, am Finale in Wien teilzunehmen. In einem Beitrag für Wien Heute (17. November 2014) wurden die SchülerInnen auch zu ihren Erfahrungen im Science Slam und SALB Projekt interviewt.

³⁶ Michael Pucher, Markus Toman, Dietmar Schabus, Cassia Valentini-Botinhao, Junichi Yamagishi, Bettina Zillinger, Erich Schmid, *Influence of speaker familiarity on blind and visually impaired children's perception of synthetic voices in audio games*. INTERSPEECH 2015, Dresden, Germany.

C. Stellungnahme der Beteiligten

1) 1. Stellungnahme der beteiligten SchülerInnen

„Es war eine tolle Erfahrung und sehr aufregend. Ich fand es ganz interessant, eine eigene synthetische Stimme herzustellen und auch zu hören, wie sie klingt.“

Angelika Angerer, Schülerin am BBI.

„Es war für mich eine ganz neue Erfahrung neben dem Schulalltag und es war ganz spannend zu erfahren, wie aus einer Stimme eine synthetische Stimme wird. Die Spiele fand ich ganz toll und auch der Workshop von Michael hat mich sehr interessiert. Es war außerdem ganz lustig zu erfahren, wie seine eigene synthetische Stimme klingt und was andere darüber denken. Es war außerdem sehr interessant, anderen Leuten, die nichts mit blinden Menschen zu tun haben, beim Science Slam zu erklären, dass wir viel mit Sprachausgabe und synthetischen Stimmen zu tun haben. Unsere Aufführung habe ich sehr lustig gefunden. Wie wir noch im Halbfinale waren, war ich eine richtige Statistin, weil ich ja geschlafen habe. Wir haben uns echt etwas Tolles überlegt bei dem Workshop.“

Denise Postl, Schülerin am BBI.

„Seine eigene synthetische Stimme zu hören hat mich am meisten überrascht. Sie klingt nämlich überhaupt nicht nach mir. Die Spiele fand ich toll und am Ende konnte ich es gar nicht glauben, dass ich die ganze Zeit meine Stimme hörte. Science Slam: Es war eine sehr tolle Erfahrung und die Ideenfindung, Umsetzung und auch das Coaching haben mir sehr viel Spaß gemacht. Ich fand es auch interessant, all die anderen Ideen zu sehen.“

Daniela Angerer, Schülerin am BBI.

2) 2. Stellungnahme des beteiligten Lehrers

„Für die Schülerinnen und Schüler und für mich als betreuenden Lehrer war es wichtig, schon von Anfang an ein klares Ziel zu haben, nämlich synthetische Stimmen. Es war für alle spannend in einem schalltoten Raum zu sein und zu sprechen. Der letzte Workshop war eine gelungene Mischung zwischen Aktivitäten und dem Lernen über Synthetische Stimmen. Ein zusätzlicher Motivationsschub war die Teilnahme am Science Slam und das sehr gute Ergebnis.“

Erich Schmid, Lehrer am BBI.

3) 3. Stellungnahme der beteiligten WissenschaftlerInnen

„Ich fand das Projekt schon zu Beginn sehr interessant und war daher äußerst gespannt auf die Ergebnisse. Noch mehr überrascht war ich von den Schülern selbst. Sie waren alle sehr interessiert und motiviert und manche wollten am Ende gar nicht nach Hause gehen. Alles in allem hat es mir sehr viel Spaß gemacht, gemeinsam mit dem Team vom FTW an diesem Workshop teilzunehmen.“

Bettina Zillinger, Studentin an der FH Wiener Neustadt.

“The time spent working for the SALB project was very enjoyable. I had a chance to work with highly respected researchers on an exciting topic as well as meeting some of the end users of the technology that we developed. This close interaction made it possible to evaluate our methods in more realistic scenarios and to get direct feedback on how to improve them, something that is not always available for researchers.”

Cassia Valentini-Botinhao, Wissenschaftlerin an der Universität Edinburgh, UK.

“It was very exciting and memorable experience to work with teachers and students at blind school in the SALB project. In the past we worked with visual impaired and blind for the research on speech information processing, but, the number of people who got involved with the research was small. On the other hand, in the SALB project, thanks to this scheme, we can work with more than twenty individuals, which was really valuable for us.”

Junichi Yamagishi, Wissenschaftler an der Universität Edinburgh, UK.

„Die Zusammenarbeit mit den Kindern und dem Lehrpersonal des Bundes-Blindenerziehungsinstituts in Projekt SALB war eine bereichernde Erfahrung, persönlich als auch beruflich. Das Engagement der Kinder, der respektvolle und hilfsbereite Umgang miteinander und die Leidenschaft des Lehrpersonals waren bemerkenswert. Dies erlaubte uns, wertvolle wissenschaftliche Erkenntnisse zu sammeln, welche zur Verbesserung der Lebensqualität blinder und sehbehinderter Menschen beitragen können.“

Markus Toman, Wissenschaftler am Forschungszentrum Telekommunikation Wien, FTW.

„Für mich als Forscher war die Zusammenarbeit mit den SchülerInnen des Bundes-Blindenerziehungsinstituts aus zwei Gründen sehr interessant: Zum einen konnten die blinden und sehbehinderten SchülerInnen zum Thema Computerstimmen wertvolles Expertenwissen einbringen, da sie als „Poweruser“ große Erfahrung im Umgang mit solchen Systemen haben. Andererseits kamen von den Kindern und Jugendlichen oft überraschende, ungewöhnliche und auch unterhaltsame Fragen, Ideen und Vorschläge.“

Dietmar Schabus, Wissenschaftler am Forschungszentrum Telekommunikation Wien, FTW.

„Für mich als Projektleiter war es schön, dass wir sowohl auf der wissenschaftlichen als auch auf der Softwareentwicklungsseite sehr gute Ergebnisse erzielen konnten. Die Idee, eigene Stimmen der SchülerInnen zu entwickeln, hat sich als sehr fruchtbar erwiesen. Dadurch waren die Beteiligten sehr engagiert, besonders beim zweiten Workshop am BBI war das bemerkenswert. Außerdem konnten wir mit den verschiedenen synthetischen Stimmen interessante Untersuchungen machen, die sicher auch nach Ende des SALB Projekts für die wissenschaftliche Community interessant bleiben.“

Michael Pucher, Wissenschaftler am Forschungszentrum Telekommunikation Wien, FTW und SALB Projektleiter.

Publikationen, PR

Die folgenden Publikationen wurden auf internationalen wissenschaftlichen Konferenzen und in Journalen publiziert. ³⁷ und ³⁸ möchten wir für den WINTEC Preis 2016 einreichen.

September 2014: BBI takes part in the Science Slam pre-competition.

Das SALB Team nahm am Finale des Science Slam im September 2014 teil. In einem Beitrag für Wien Heute (17. November 2014) wurden die SchülerInnen auch zu ihren Erfahrungen im Science Slam und SALB Projekt interviewt.

Im Oktober 2014 wurden die Audiospiele des SALB Projekts auch am „Türöffner Tag“ der Firma Mindbreeze vorgestellt.

A. Maßnahmen zur Förderung von Mädchen

Von den 27 direkt eingebundenen SchülerInnen waren 12 Mädchen. Innerhalb der Gruppe hatten wir damit mit 44 % Mädchen eine ausgewogene Mischung.

Mädchen wurden besonders ermuntert, an der Aufführung für den Sparkling Science Slam teilzunehmen. Dies führte dazu, dass 3 Mädchen und 1 Junge an der Aufführung teilnahmen. Das grobe Gerüst für die Aufführung wurde innerhalb der gesamten Gruppe erarbeitet. Die Kleingruppe, bestehend aus 4 SchülerInnen, erarbeitete dann gemeinsam mit uns das endgültige Konzept und probte die Aufführung.

³⁷ Michael Pucher, Markus Toman, Dietmar Schabus, Cassia Valentini-Botinhao, Junichi Yamagishi, Bettina Zillinger, Erich Schmid, *Influence of speaker familiarity on blind and visually impaired children's perception of synthetic voices in audio games*. INTERSPEECH 2015, Dresden, Germany.

³⁸ Markus Toman, Michael Pucher, *An Open Source Speech Synthesis Frontend for HTS. Text, Speech, and Dialogue (TSD) 2015, Pilsen, Czech Republic*.

Abbildung 6: Evaluation der schnellen Sprachsynthese.



Abbildung 7: Evaluation der schnellen Sprachsynthese.



Abbildung 8: Evaluation der schnellen Sprachsynthese.



Abbildung 9: Verteilung der CDs mit der eigenen synthetischen Stimme.



Abbildung 10: Verteilung der Urkunden für das Erkennen der schnell gesprochenen Sprache.



© ÖAW

Abbildung 11: Testlauf für den Sparkling Science Slam.



© ÖAW

Abbildung 12: Beim Sparkling Science Slam.



© ÖAW

**BUNDESMINISTERIUM
FÜR ARBEIT, SOZIALES
UND KONSUMENTENSCHUTZ**

Stubenring 1, 1010 Wien

Tel.: +43 1 711 00-0

sozialministerium.at