



## **WINTEC 2015**

*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:** 978-3-85010-398-5

**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 kostenlose Bestellservice des Sozialministeriums unter der Nummer 0800 20 20 74 sowie unter der Internetadresse: <https://broschuerenservice.sozialministerium.at>

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>Der Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaften und Technik (WINTEC) 2015</b>	<b>7</b>
<b>Ein Preis entsteht</b>	<b>11</b>
<b>Kurzbeschreibungen</b>	<b>15</b>
<b>1. Preis 4D-Joystick</b>	<b>17</b>
<b>2. Preis - Intelligente Prothesen</b>	<b>31</b>
<b>3. Preis - IAAA Projekt</b>	<b>43</b>
<b>GW St. Pölten: Wir verbinden Menschen und Technologien</b>	<b>63</b>



© GW St. Pölten



© Sozialministerium

## VORWORT

2014 wurde erstmals der WINTEC, der Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaft und Technik ausgelobt. Dieser Preis ist mir ein persönliches Anliegen, da ich das Thema Inklusion breit in die Bevölkerung und auch in die Wissenschaften tragen möchte.

Die neuesten Entwicklungen in der Technik werden von uns genau verfolgt, da ihre Anwendung in breiten Bereichen Möglichkeiten zum Abbau von Barrieren und zur Inklusion von Menschen mit Behinderung bietet.

Die Unterstützung des alltäglichen Lebens durch innovative Technik und Assistenzsysteme ermöglicht Jahr für Jahr neue Lösungen für Menschen mit Behinderung, -pflegebedürftige und ältere Menschen.

Die 2015 prämierten und in dieser Publikation präsentierten Arbeiten sind herausragende Beispiele für den österreichischen Forschergeist. Wir können uns glücklich schätzen, solch innovative Köpfe in unserem Land zu haben. Die Arbeiten sind auch Beweis für die Leistungsfähigkeit des Forschungs- und Industriestandorts Österreich. Diese Grundlagenforschung schafft die Basis für hochwertige Arbeitsplätze der Zukunft.

Ich habe mich sehr über die zahlreichen großartigen Einreichungen gefreut, gratuliere nochmals den Gewinnerinnen und Gewinnern und sehe dem WINTEC 2016 schon mit großer Erwartung entgegen.

**Rudolf Hundstorfer**

Sozialminister





© GW St. Pölten

## DER WISSENSCHAFTSPREIS INKLUSION DURCH NATURWISSENSCHAFTEN UND TECHNIK (WINTEC) 2015

Zur weiteren Stärkung der Innovation im Themenfeld Inklusion wurde vom Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz der Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaften und TECHnik (WINTEC) für 2015 ausgeschrieben.

Mit dem Wissenschaftspreis WINTEC 2015 wurden Projekte, die zum Abbau von Barrieren und zur Stärkung des Inklusionsgedankens beitragen, ausgezeichnet. Gesucht wurden innovative wissenschaftliche Projekte, die zukunftsweisend für die Inklusion von Menschen mit Behinderung in der Gesellschaft sind.

### 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 Zielsetzung und Maßnahmen für den Zeitraum bis 2020 definiert.

### Gesucht wurden innovative wissenschaftliche Projekte zur Verbesserung der Inklusion

Der Wissenschaftspreis WINTEC soll dazu einen Beitrag leisten, indem damit Projekte, die zum Abbau von Barrieren und zur Stärkung des Inklusionsgedankens wesentliches leisten prämiert werden. Gesucht wurden **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 wurde der Fokus auf Projekte gelegt, die geeignet sind das gesellschaftliche Miteinander von Menschen mit und ohne Behinderung zu fördern und damit die Inklusion voranzutreiben.

## Kriterien

Willkommen waren 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 konnte 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 waren alle Einreichungen ausdrücklich erwünscht, die helfen einen Schritt vorwärts zum gesellschaftspolitisch angestrebten **Ziel der Inklusion** zu machen.

Eingereicht werden konnten nur österreichische wissenschaftliche Arbeiten. 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 beigegeben 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.<sup>in</sup> DI<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Sabine Seidler**, *Rektorin der Technischen Universität Wien*
- **DI<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Michaela Fritz**, *Leiterin des Health & Environment Department „AIT Austrian Institute of Technology GmbH“*
- **DI<sup>in</sup> Univ.-Lekt.<sup>in</sup> 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 Engineering Group der TU-Wien*
- **Univ.-Prof. Dr. Roland Wagner**, *Institutsvorstand Johannes Kepler UNI Linz*
- **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 5.000 EUR
- 2. Preis 3.000 EUR
- 3. Preis 1.000 EUR

Darüber hinaus werden die ausgezeichneten Projekte in dieser Publikation des Sozialministeriums veröffentlicht.

Die Preisverleihungen fanden am 22. September 2015 im Marmorsaal des Regierungsgebäudes im Rahmen eines Festaktes statt. Dabei wurden im messeähnlichen Rahmen den Fest- und Ehrengästen die Projekte nochmals ganz konkret von den PreisträgerInnen vorgestellt.



© GW St. Pölten

## EIN PREIS ENTSTEHT

Heuer hat das Sozialministerium erstmalig den WINTEC-Preis (Wissenschaftspreis Inklusion durch Naturwissenschaften und TEChnik) ausgeschrieben. Mit dem Wissenschaftspreis WINTEC werden innovative wissenschaftliche Projekte, die zum Abbau von Barrieren und zur Stärkung des Inklusionsgedankens „Menschen mit Behinderung in der Gesellschaft“ beitragen, ausgezeichnet. Um auch bei der Entwicklung und Fertigung des Preises Menschen mit Behinderung tätig werden zu lassen, wurde die Ausschreibung an alle Integrativen Betriebe in Österreich durchgeführt.

Die GW St. Pölten Integrative Betriebe GmbH war sofort von dieser Möglichkeit der Mitwirkung der Preisgestaltung und -produktion begeistert und ließ kreative Köpfe der Belegschaft grafische Entwürfe für den WINTEC-Preis anfertigen, Kalkulationen erstellen und ein Angebot an das Sozialministerium versenden. Von Seiten des Sozialministeriums wurde ein großer Spielraum für die Gestaltung und das dafür eingesetzte Material gelassen. Aufgrund des umfassenden Produkt- und Leistungsportfolios der GW St. Pölten – reicht von Metall- und Elektroproduktion über Textilkonfektionierungen bis hin zu Schilder, Druck und Werbetechnik – konnten die MitarbeiterInnen ihren Ideen freien Lauf lassen. Trotz des straffen Terminplanes – Eingang der Ausschreibung am 19. August 2015, Fertigstellung des Preises bis 17. September 2015 – ließ sich die GW St. Pölten nicht abschrecken und wurde für die Bemühungen auch belohnt – der Zuschlag ging an die GW St. Pölten.

Bei der Fertigung des WINTEC-Preises wird ein Großteil des hausinternen Leistungsspektrums eingebracht. Die Wahl bei den eingesetzten Materialien fiel auf Aluminium und Acrylglas. Zum Einsatz kommen die Fertigungstechnologien Sägen, Fräsen, Oberflächenveredelung, Gravur und Digitaldruck. Zu aller Letzt werden die gesamten Einzelteile noch im Haus assembliert. Besonders hervorzuheben ist, dass die Realisierung durch Menschen mit Behinderung erfolgt und hiermit ein wesentlicher sozialer Aspekt gegeben ist.

### **Zum Unternehmen GW St. Pölten Integrative Betriebe GmbH**

„Industriell. Integrativ. Innovativ.“ lautet das Motto der GW St. Pölten. Das Unternehmen setzt dabei auf innovative Produkte durch die Flexibilität eines „Allrounders“. Die GW St. Pölten, gegründet im Jahr 1981, ist ein zertifizierter Industriebetrieb und bietet Produkte und Dienstleistungen in den Bereichen Metallbe- und -verarbeitung, allgemeine Montagen, Elektromontagen und Schaltschrankbau über Textilkonfektionierungen bis hin zu Schilder, Druck & Werbetechnik an. Die Kernkompetenz liegt in der Produktion von elektro/mechanischen Komponenten und Baugruppen.

Als Integrativer Betrieb beschäftigt die GW St. Pölten rund 420 MitarbeiterInnen zu Bedingungen wie in der Privatwirtschaft. Mit ergonomisch gestalteten Arbeitsplätzen (z.B. speziell entwickelte Steh- und Hebehilfen oder höhenverstellbare Tische) und Prozessen versetzt das Unternehmen seine MitarbeiterInnen, die zu

70% Menschen mit Behinderung sind, in die Lage, wirtschaftlich produktiv zu sein – in Arbeitsbereichen, die ihr persönliches Leistungspotenzial ausschöpfen.

Im Zuge einer Neuorientierung hat sich die GW St. Pölten gezielt mit Zukunftstechnologien wie E-Mobilität, erneuerbare Energien und LED-Technologie in Richtung Eigenprodukte auseinandergesetzt. Daher forciert die GW St. Pölten die Weiterentwicklung in Richtung Mobilitätstechnologien in Kooperation mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft.

Mit den Eigenprodukten der **E-Mobility-Plattform „motion innovations“** bietet die GW St. Pölten innovative Produkte „made in Austria“, TÜV geprüft und alles aus einer Hand! Die Produkte reichen von E-Rollern über E-Pedelecs und Leihfahrräder bis hin zu Ladeinfrastrukturen und Verwahrungsmöglichkeiten.

Weitere Informationen: [www.gw-stpoelten.com](http://www.gw-stpoelten.com) und [www.motion-innovations.at](http://www.motion-innovations.at)

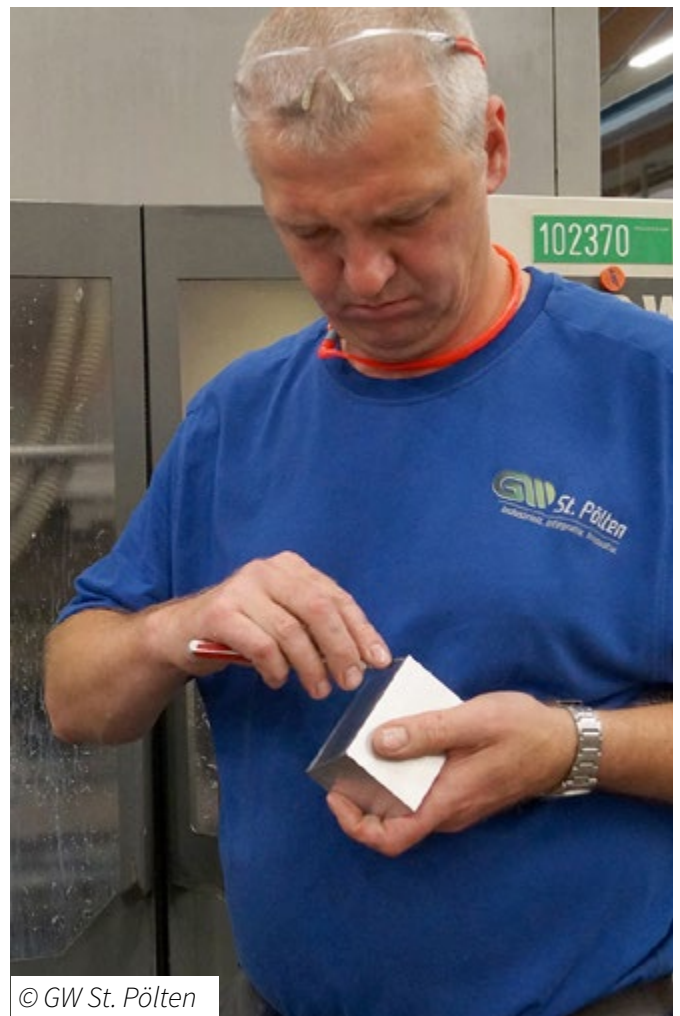
E-mail: [gw@gw-stpoelten.com](mailto:gw@gw-stpoelten.com)



© GW St. Pölten

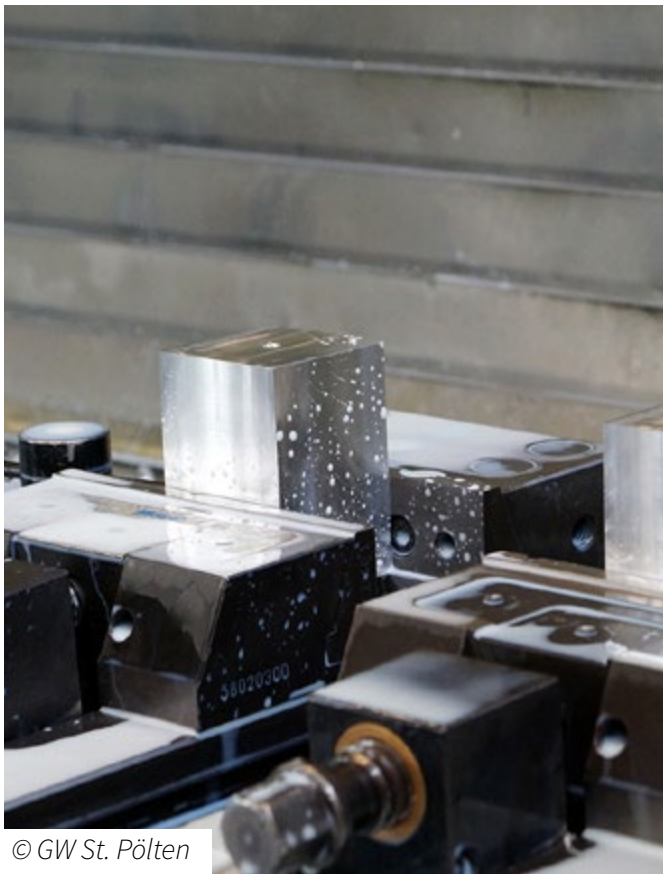


© GW St. Pölten

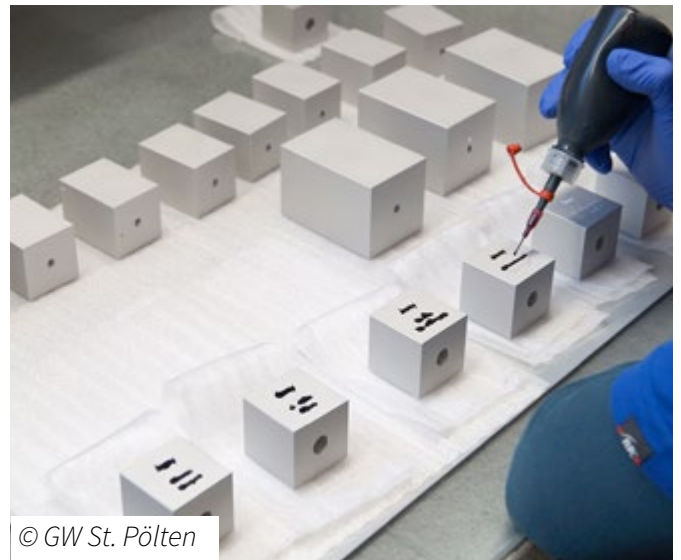


© GW St. Pölten





© GW St. Pölten



© GW St. Pölten



© GW St. Pölten



© GW St. Pölten



© GW St. Pölten





© istockphoto.com/bmask

## KURZBESCHREIBUNGEN

### Thaller & Nussbaum - 4D Joystick

Der 4D-Joystick ist ein neues, weltweit einzigartiges System, welches es Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen jeglicher Altersgruppen ermöglicht, nicht-triviale Spielzeuge wie ferngesteuerte Flugzeuge, Helikopter, Multikopter, Autos und Boote vollständig, zuverlässig und exakt mit dem Mund zu steuern. Mit ihm können 4 analoge und 4 digitale Kanäle gleichzeitig kontrolliert werden. Durch Funktionen wie Expo, Dual Rates, Dead Zone und Invertierung ist er sehr gut an die Bedürfnisse der Benutzer anpassbar. Der 4D-Joystick eröffnet eine komplett neue Welt für die Zielgruppe, da es in diesem Bereich bisher keine vergleichbare Möglichkeit gibt. Zudem wurde der Einsatz des 4D-Joysticks als Musikinstrument, als Eingabegerät zur Steuerung komplexer Computerspiele oder für den Computer bereits erfolgreich demonstriert. Weblink: <http://www.ki-i.at/4djoystick/> (in Englisch)

### Bergmeister - Intelligente Prothesen

Der Verlust eines Arms ist ein dramatisches Erlebnis im Leben betroffener PatientInnen. Durch neueste bionische Prothesen, deren Bewegungen durch Gedanken gesteuert werden, kann ein Teil der verlorenen Funktion wiederhergestellt werden. Modernste bionische Prothesen können schon jetzt ähnlich viele Bewegungen wie ihre menschlichen Vorbilder ausführen, jedoch ist die effiziente und intuitive Steuerung der limitierende Faktor. Um dies zu verbessern, muss die Schnittstelle zwischen PatientInnen und Prothese verbessert werden um der Vision eines vollständigen Extremitätensatzes durch Prothesen näher zu kommen. In Kooperation mit unseren Partnern haben wir eine implantierbare Schnittstelle entwickelt und präklinisch getestet die diese höchst komplexe Informationsweitergabe umsetzt und somit den optimalen Einsatz der Prothese ermöglicht.

### Augstein - IAAA Projekt

Das Forschungsprojekt IAAA (Interaction Analysis for Automated Adaptation) verfolgt den Ansatz von Inklusion durch automatisierte Individualisierung der Mensch-Maschine-Interaktion. Dabei soll sich das System an den individuellen Menschen und seine kognitiven und motorischen Voraussetzungen und Präferenzen anpassen sodass das Gesamtkonstrukt aus Endgerät, System und Benutzerschnittstelle so gut als möglich bedienbar und für jede/n BenutzerIn optimiert ist. Die Interaktion mit Computer und Smartphone (und damit auch der Zugang zum Internet) für Menschen mit Behinderung soll dadurch erleichtert werden und einen Abbau von derzeit existenten Barrieren bewirken. Als Basis dafür stehen feingranulare Analyse und Modellierung von Benutzerinteraktion im Fokus des Projekts. Ein detailliertes Benutzermodell bildet so die Grundlage für die automatische Auswahl der individuell am besten geeigneten Eingabemethode. Zusätzlich beschäftigt sich IAAA mit der Identifikation neuer und unkonventioneller weiterer Interaktionsmöglichkeiten für die Zielgruppe (so wird etwa ein herkömmlicher Locher zum Eingabemittel für das Smartphone). Das Projekt der FH Oberösterreich an der Fakultät für Informatik, Kommunikation und Medien in Hagenberg kooperiert mit LIFEtool gemeinnützige GmbH und dem Diakoniewerk Gallneukirchen.



© GW St. Pölten





© privat

## 1. PREIS 4D-Joystick

### Ein innovatives System zur Kontrolle von nicht-trivialen Spielzeugen mit dem Mund

Dipl.-Ing. Gerhard Nussbaum, Dipl.-Ing. David Thaller



© KI-I

### Kurzzusammenfassung

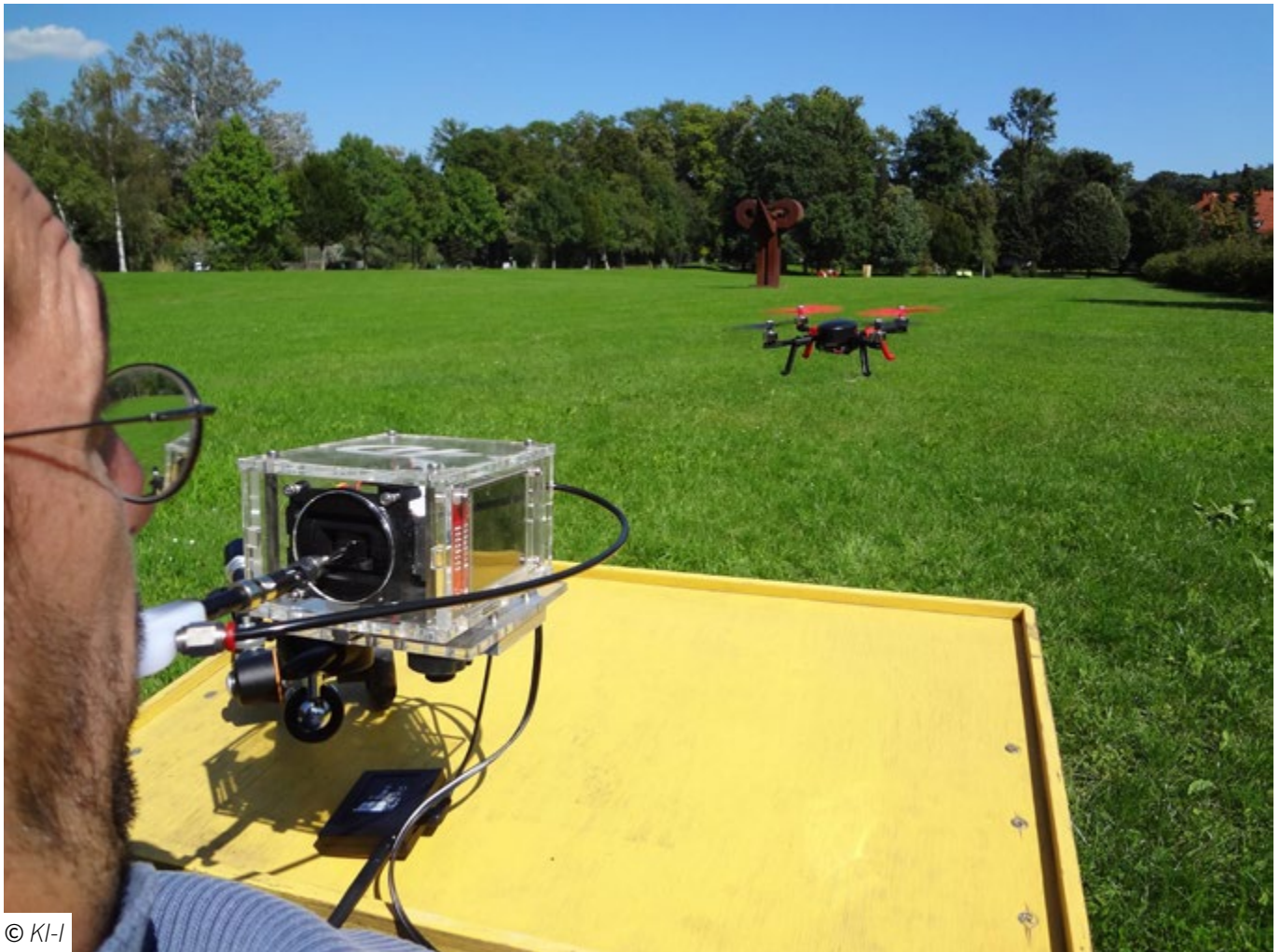
Der 4D-Joystick ist ein neues, weltweit einzigartiges System, welches es Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen jeglicher Altersgruppen ermöglicht, nicht-triviale Spielzeuge wie ferngesteuerte Flugzeuge, Helikopter, Multikopter, Autos und Boote vollständig, zuverlässig und exakt mit dem Mund zu steuern. Mit ihm können 4 analoge und 4 digitale Kanäle gleichzeitig kontrolliert werden und er ist vollständig an die Bedürfnisse der Benutzer anpassbar. Der 4D-Joystick eröffnet eine komplett neue Welt für die Zielgruppe, da es in diesem Bereich bisher keine vergleichbare Möglichkeit gibt. Zudem wurde der Einsatz des 4D-Joysticks als Musikinstrument, als Eingabegerät zur Steuerung komplexer Computerspiele oder für den Computer bereits erfolgreich demonstriert.

### Einleitung

Spielen ist für Jung und Alt ein wichtiges Thema und ist neben Sprache, Kultur und Technik eine der höchsten Errungenschaften der Menschheit. [1] Das Recht zu spielen ist in den „Convention on the Rights of the Child“ der Vereinten Nationen verankert. [2] Für Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen gibt es jedoch außer wenigen, sehr einfachen Spielzeugen und einer Reihe von Computerspielen kaum Angebote.

Der 4D-Joystick ist ein neuer, innovativer Ansatz, nicht-triviale Spielzeuge wie ferngesteuerte Modelle (Autos, Boote, Flugzeuge, Helikopter, Multikopter), für Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen zugänglich zu machen.

**Abbildung 1: Der 4D-Joystick wird zur Steuerung eines RC Logger EYE One Extreme Quadrocopters verwendet**



© KI-I

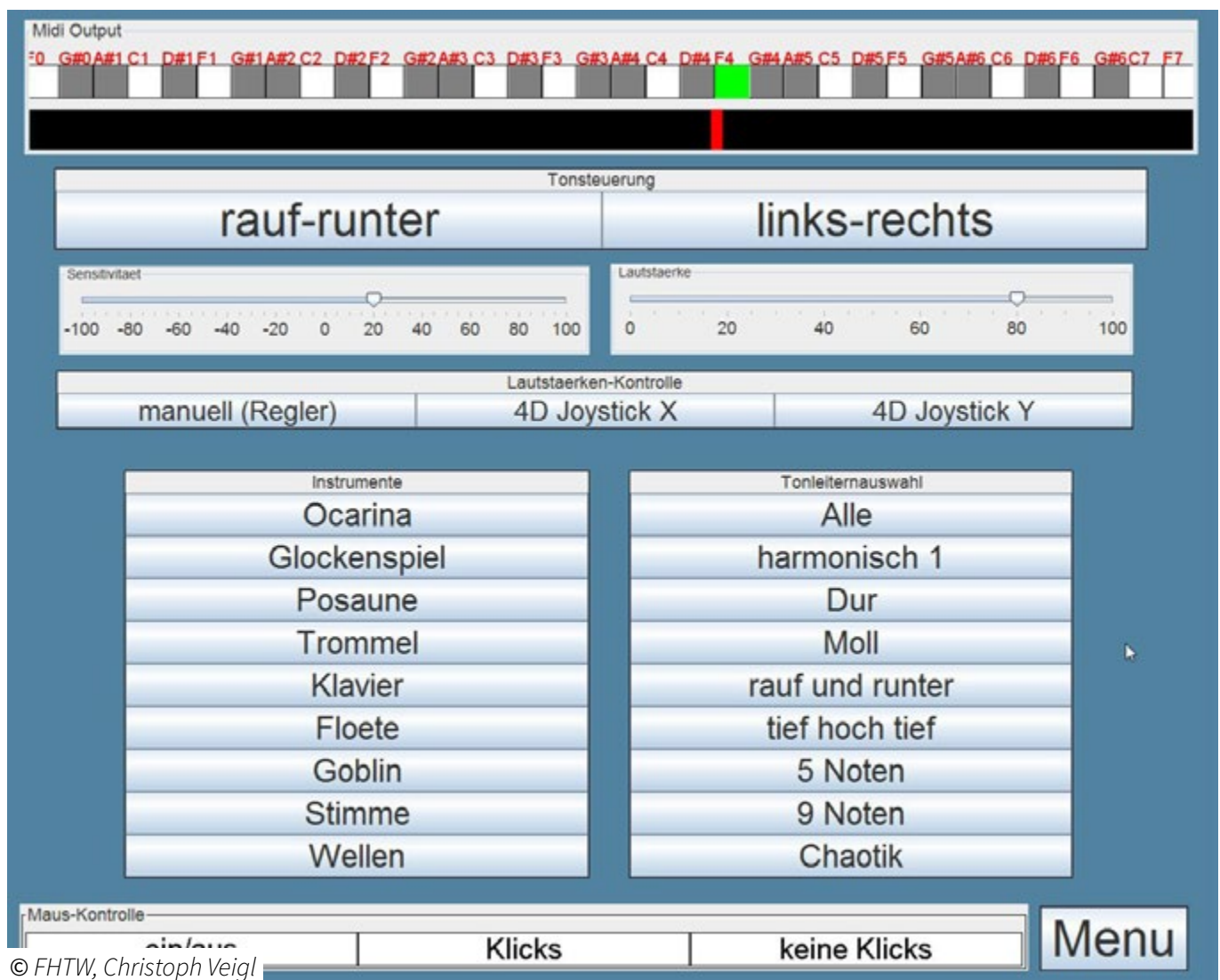
Der 4D-Joystick ist eine vollwertige, universelle Funkfernbedienung, welche mit dem Mund bedient wird („Abbildung 1: Der 4D-Joystick wird zur Steuerung eines RC Logger EYE One Extreme Quadrocopters verwendet“ auf Seite 18). Es können damit vier analoge (x-, y-, z-Achse, Saugen/Blasen) und vier digitale Kanäle (über externe Taster/Sensoren) gleichzeitig kontrolliert werden. Je nach fernzusteuertem Modell kann das passende Sendemodul angeschlossen werden. In sechs Profilen können persönliche Einstellungen der Benutzerin/des Benutzers für bestimmte Modelle gespeichert werden, welche über ein Touchdisplay während des laufenden Betriebs angepasst werden können. Zudem können die Kanalzuweisungen individuell an die Vorlieben der Benutzerin/des Benutzers angepasst werden. All dies ermöglicht eine vollständige, exakte und zuverlässige Kontrolle von ferngesteuerten Modellen mit dem Mund. Der Vorteil ferngesteuerter Modelle ist, dass nur die Fernsteuerung ausgetauscht werden muss, das Modell (Spielzeug) selbst bleibt im Originalzustand und behält die Garantie.

Zusätzlich wurde im 4D-Joystick eine Schnittstelle zur Open Source Software AsTeRICS (Assistive Technology Rapid Integration and Construction Set) [3] realisiert. Dadurch können sämtliche Sensorwerte



des 4D-Joysticks in AsTeRICS übernommen, weiter verarbeitet und zur Steuerung verschiedenster Dinge verwendet werden. Dies macht den 4D-Joystick zu einem vielseitig einsetzbaren Eingabe- und Steuergerät. In Verbindung mit AsTeRICS kann der 4D-Joystick beispielsweise als Musikinstrument („Abbildung 2: Mit dem 4D-Joystick bedienbare Musikinstrument-Oberfläche in AsTeRICS“ auf Seite 19), Gamecontroller für Computerspiele (Sony Playstation PS3 [4]) und als Computermaus verwendet werden.

**Abbildung 2: Mit dem 4D-Joystick bedienbare Musikinstrument-Oberfläche in AsTeRICS (von Christoph Veigl, FHTW)**



© FHTW, Christoph Veigl

Die Funktionalität als Musikinstrument wurde beispielsweise mit dem Midi-Plugin von Dominik Koller in AsTeRICS entwickelt. Mit dem erstellten System ist es möglich, unterschiedliche Musikinstrumente auszuwählen - wie zum Beispiel Piano, Panflöte, Okarina etc. Ebenfalls kann die Benutzerin/der Benutzer je nach gewünschtem Musikstück und Vorwissen unterschiedliche Tonleitern laden und somit die Benutzerschnittstelle ihren/seinen eigenen Vorlieben anpassen. Der Ton kann mit Hilfe der x- und y-Achse des

Joysticks ausgewählt werden. Angeschlagen wird der Ton entweder durch ziehen am Joystick (z-Achse) oder durch Blasen in das Mundstück.

Der 4D-Joystick erschließt für die Zielgruppe eine komplett neue Welt aus der sie bisher komplett ausgeschlossen war. Auch die sozialen Interaktionen, die sich mit anderen gleichgesinnten Menschen dadurch ergeben, fördern die Inklusion und verhindern soziale Ausgrenzung.

Es gibt bisher weltweit kein Produkt, welches zum 4D-Joystick vergleichbare Möglichkeiten bietet – er ist einzigartig. Es gibt zwar mit dem Mund bedienbare Zeigegeräte für den Computer (z.B. IntegraMouse Plus [5]), jedoch können mit diesen aus Mangel an Interaktionskanälen und Funktionalität keine nicht-trivialen Spielzeuge bzw. Modelle gesteuert werden.

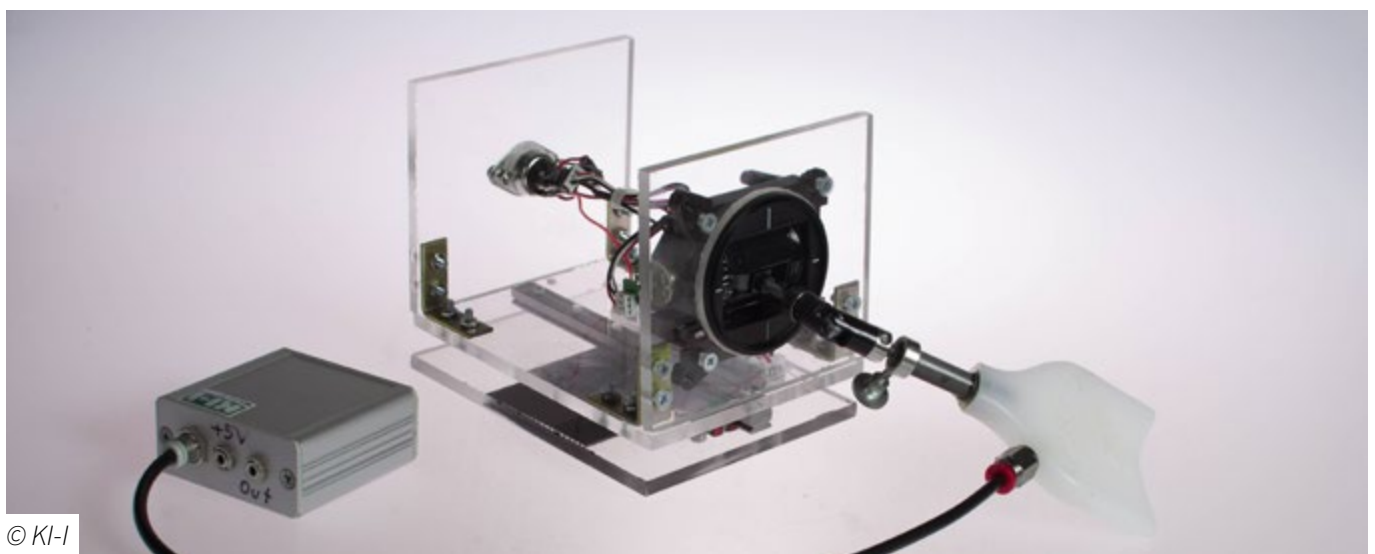
Der 4D-Joystick ist derzeit im Prototypenstadium und wird nach den Prinzipien des partizipativen Designs (weiter-) entwickelt – einer der Erfinder und Entwickler gehört selbst der Zielgruppe an und ist auch Benutzer.

Der 4D-Joystick belegt zwar nur eine Nische, durch seine Einzigartigkeit ist jedoch ein hohes Marktpotential gegeben. Da Spielen weltweit ein Thema ist, sind auch dementsprechende Exportchancen bzw. -möglichkeiten gegeben.

## Technische Lösung

Als erster Schritt wurde eine Machbarkeitsstudie („Abbildung 3: Machbarkeitsstudie des 4D-Joysticks“ auf Seite 20) erstellt, in der die mechanische Realisierbarkeit und die Bedienbarkeit getestet wurden. Die Verarbeitung der Sensorwerte wurde bei der Machbarkeitsstudie mit Hilfe von AsTeRICS vorgenommen.

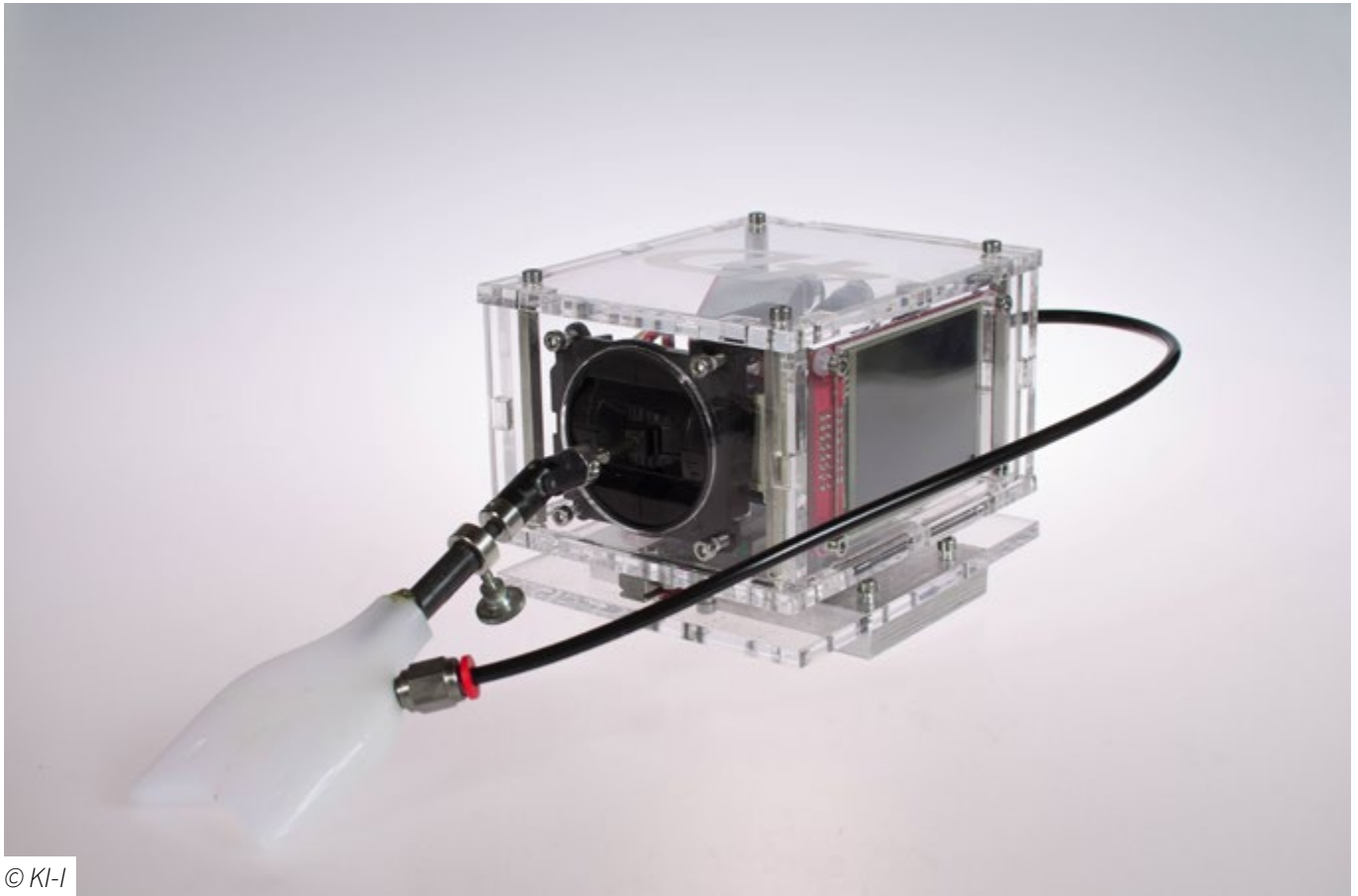
**Abbildung 3: Machbarkeitsstudie des 4D-Joysticks**



© KI-I

Nach erfolgreichen Benutzertests und einem ersten Prototyp wurde der zweite Prototyp des 4D-Joysticks entwickelt, in den sämtliche Erfahrungen aus der Machbarkeitsstudie und dem ersten Prototyp einfließen.

**Abbildung 4: 4D-Joystick Prototyp v2**



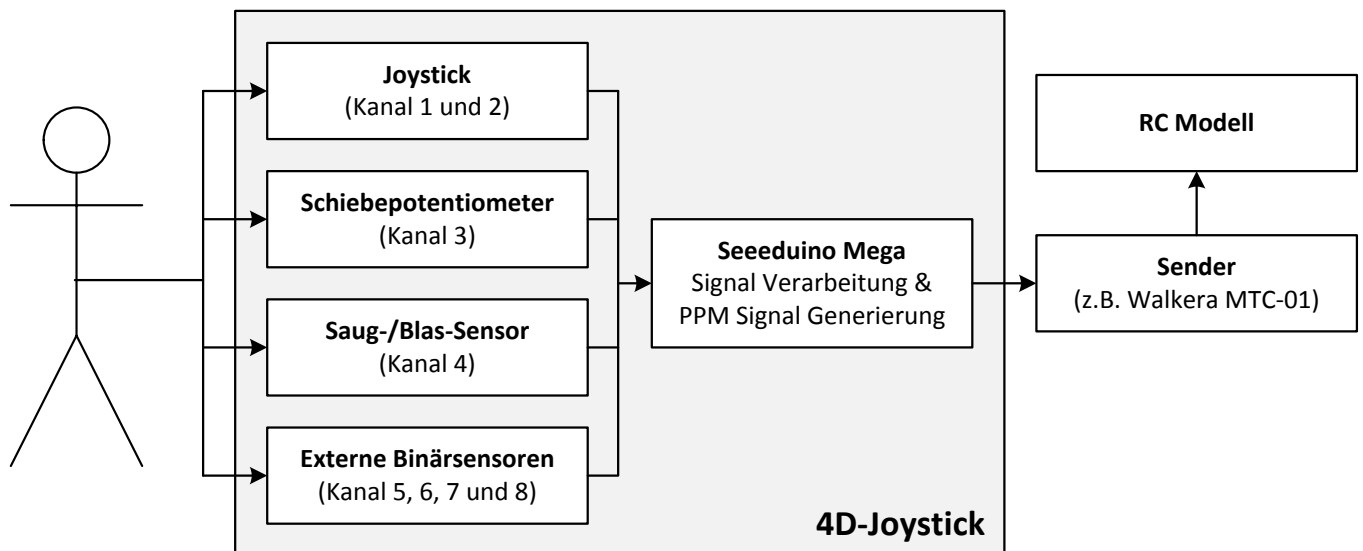
© KI-I

Der 4D-Joystick („Abbildung 4: 4D-Joystick Prototyp v2“ auf Seite 21) besteht aus einem Standardjoystick (x-Achse -> 1. analoger Kanal, y-Achse -> 2. Analoger Kanal) in einem Gehäuse, welches auf einer HIWIN Miniaturlinearführung [6] (z-Achse -> 3. analoger Kanal) montiert ist. Die Bewegungen der z-Achse werden mit einem Schiebepotentiometer (Alps 402127 [7]) erfasst. Am Standardjoystick ist über ein Kar-dangelenk ein Mundstück mit dem Gebissabdruck der Benutzerin/des Benutzers montiert. Diese Montage erlaubt eine sehr präzise und flexible Kontrolle des 4D-Joysticks und einen dauerhaften sicheren Halt des Mundstücks im Mund. Das Mundstück ist mit einem Luftdrucksensor (Freescale MPXV7007DP [8]) verbunden, welcher die Saug-/Blas-Befehle der Benutzerin/des Benutzers analog erfasst und somit die Kontrolle des 4. analogen Kanals ermöglicht.

Die Sensorwerte werden über ein Seeeduino Mega [9] Mikrocontroller Board nach den Profileinstellungen der Benutzerin/des Benutzers ausgewertet und als Steuersignal (standardisiertes PPM Protokoll) an den Funksender geschickt („Abbildung 5: Schema des 4D-Joysticks“ auf Seite 22). Als Funksender wurden bisher der Walkera deVention Magic Cube MTC-01 [10] und das OrangeRX DSMX/DSM2 DIY Sendemodul

[11] verwendet. Es können jedoch auch alle anderen Sendemodule verwendet werden, welche als Steuersignal PPM unterstützen.

**Abbildung 5: Schema des 4D-Joysticks**



Die Unterstützung des PPM Protokolls bringt zudem den Vorteil, dass der 4D-Joystick mit einer handelsüblichen Fernsteuerung (z.B. Spektrum DX7 [12]) verbunden und im Schüler-Lehrer-Modus (4D-Joystick ist Schüler-Seite) betrieben werden kann („Abbildung 6: Die Entwickler des 4D-Joysticks beim Testen eines Modellflugzeugs im Schüler-Lehrer-Modus“ auf Seite 22). So kann die Benutzerin/der Benutzer relativ gefahrlos den Umgang mit den Modellen erlernen.

**Abbildung 6: Die Entwickler des 4D-Joysticks beim Testen eines Modellflugzeugs im Schüler-Lehrer-Modus**



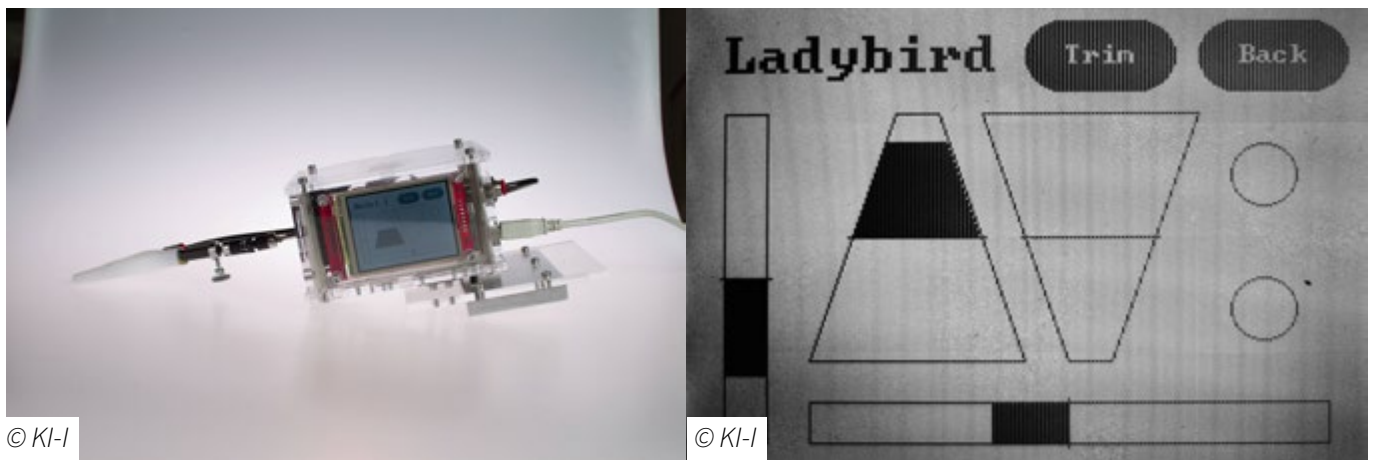
© KI-I



Über das Touch-Display auf der Seite („Abbildung 7: Display des 4D-Joystick“ auf Seite 23) werden die analogen Werte zur Kontrolle angezeigt und es können die sechs Profile ausgewählt und verändert werden.

In einem Profil kann für jeden Kanal im laufenden Betrieb die Trimmung angepasst, Dual Rates und Expo-Funktion eingestellt und Invertierung vorgenommen werden. Durch Dual Rates und Expo-Funktion kann die Sensibilität des 4D-Joysticks verändert werden. So kann der 4D-Joystick optimal an die Vorlieben der Benutzerin/des Benutzers und die Gegebenheiten des fernzusteuern Modelles angepasst werden.

**Abbildung 7: Display des 4D-Joystick**



Zusätzlich kann der 4D-Joystick über eine Konsole am Computer konfiguriert werden. Mithilfe dieser Möglichkeit können weitere Einstellungen vorgenommen werden. So können z.B. die acht Kanäle des 4D-Joysticks verschiedensten Funktionen des fernzusteuern Modells (z.B. bei einem Modellflugzeug Höhenruder, Seitenruder, Querruder, Gas oder bei einem Helikopter Nick, Roll, Gier, Pitch) je nach Vorlieben der Benutzerin/des Benutzers zugewiesen werden.

Die gesamte Entwicklung des 4D-Joysticks (Hardwaredesign, Softwareentwicklung, Firmwareentwicklung, Benutzertests) ist eigenfinanzierte F&E-Leistung des Kompetenznetzwerks KI-I.

## Ausblick

Der 4D-Joystick wird laufend weiterentwickelt. Das große Ziel ist, den 4D-Joystick mit entsprechenden Partnern aus der Industrie und Wirtschaft weltweit am Markt zu einem erschwinglichen Preis zu etablieren.

Neben bereits erfolgreich realisierten Anwendungsszenarien des 4D-Joysticks als Musikinstrument, als Eingabegerät zur Steuerung komplexer Computerspiele oder für den Computer liegt der Fokus auf der Erforschung und Evaluierung weiterer Einsatzmöglichkeiten und -gebiete für Nutzerinnen und Nutzer aller Altersgruppen.



Der 4D-Joystick wurde 2014 und 2015 bereits auf einschlägigen Veranstaltungen (Modellbaummesse Wels 2014 und 2015, Integra 2014, Ars Electronica Center Science Days im Juni 2014, Ars Electronica Festival 2014, International Conference on Computers Helping People with Special Needs 2014 (ICCHP 2014)) präsentiert und sorgte sowohl in der Fachwelt als auch und beim Publikum für großes Aufsehen und Furore. Er wird auch auf der internationalen Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe 2015 (AAATE2015) am 11. September 2015 in Budapest dem Fachpublikum vorgestellt werden.

## **Beitrag zur Inklusion**

Assistierende Technologien für Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen wurden zumindest im High-Tech-Bereich vorwiegend für den Computer (alternative Tastaturen, alternative Zeigegeräte), zur Umgebungssteuerung und zur Kommunikation entwickelt. Dies spiegelt sich auch in den am Markt erhältlichen Produkten wider. Assistierende Technologien für Spiel und Spaß sind nur wenige erhältlich, vor allem im nichttrivialen Bereich.

Der 4D-Joystick öffnet eine neue Welt für Menschen mit schweren Körperbehinderungen. Nicht-triviale Spielzeuge wie etwa ferngesteuerte Autos, Boote, Flugzeuge, Hubschrauber und Multikopter konnten bisher von diesem Personenkreis nicht gesteuert werden. Durch den 4D-Joystick können Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen genauso wie jeder andere Mensch diese „nicht-trivialen Spielzeuge“ fernbedienen.

Zudem kann der 4D-Joystick in Verbindung mit AsTeRICS als Game Controller, als alternatives Zeigegerät und als Musikinstrument genutzt werden. Menschen mit schweren körperlichen Behinderungen können so mit oder gegen andere Menschen auf der Spielkonsole spielen, an der digitalen Gesellschaft teilhaben, mit anderen musizieren oder ganz einfach nur Spaß haben.

Das erweiterte Betätigungsfeld, das sich durch den 4D-Joystick ergibt, eröffnet auch neue Möglichkeiten für Vereinstätigkeiten, wie etwa bei Modellbau- bzw. Modellflug Vereinen oder beim örtlichen Musikverein bzw. einer Musikband. Die sich daraus ergebende soziale Komponente trägt in nicht zu unterschätzendem Ausmaß zur Steigerung der Lebensqualität bei. Außerdem werden dabei auch Kommunikationsbarrieren und Berührungsgänge zwischen Menschen mit und ohne Behinderungen abgebaut, wodurch weitere Inklusion in anderen Lebensbereichen erleichtert wird.

## **Entsprechende Publikationen**

Thaller D., Nussbaum G.: **“Accessibility of non-trivial remote controlled models and toys”**, Fourth International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA 2013), IEEE Xplore online proceedings. DOI: 10.1109/ICTA.2013.6815314

Thaller, D., Nussbaum, G., Parker, S.: “**Accessible 4D-Joystick for Remote Controlled Models**”, in: K. Miesenberger, D. Fels, D. Archambault, P. Peñáz, W. Zagler (Eds.): 14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2014), Springer International Publishing, 2014, ISBN 978-3-319-08598-2, pp. 218-225, DOI: 10.1007/978-3-319-08599-9\_33

Nussbaum, G., Thaller, D.: “**4D-Joystick – New Possibilities for Persons with Motor Disabilities**”, 13th Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe 2015 (AAATE2015), Conference Proceedings published by IOS Press, 2015, Accepted Paper.

## Referenzen

- [1] Whitebread, D.: The importance of play – A report on the value of children’s play with a series of policy recommendations. Toy Industries of Europe. 2012
- [2] United Nations: Convention on the Rights of the Child. Human Rights, Chapter IV, New York (1989)
- [3] AsTeRICS Konsortium: AsTeRICS – Assistive Technology Rapid Integration and Construction Set. <http://www.asterics.org>. Aufgerufen am 22.06.2015
- [4] Sony.: Playstation 3. <http://www.playstation.com/en-us/explore/ps3/>. Aufgerufen am 22.06.2015
- [5] LIFEtool Solutions GmbH: IntegraMouse Plus. <http://www.integramouse.com/>. Aufgerufen am 22.06.2015
- [6] HIWIN GmbH: Miniatur Profilschienenführung MG Serie. [http://www.hiwin.de/de/Produkte/Profilschienenfuehrungen/Baureihe\\_MG\\_PM/Baureihe\\_MG/21088](http://www.hiwin.de/de/Produkte/Profilschienenfuehrungen/Baureihe_MG_PM/Baureihe_MG/21088). Aufgerufen am 22.06.2015
- [7] ALPS Electric Co. Ltd.: RS6011DY6 10K Slide Potentiometer, <http://www.alps.com>. Aufgerufen am 22.06.2015
- [8] Freescale Semiconductor, Inc.: MPXV7007DP -7 to 7kPa, 5.0V, Differential and Gauge Pressure Sensor. [http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod\\_summary.jsp?code=MPXV7007DP](http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=MPXV7007DP). Aufgerufen am 22.06.2015
- [9] SeeedStudio: Seeeduino Mega: [http://www.seeedstudio.com/wiki/Seeeduino\\_Mega](http://www.seeedstudio.com/wiki/Seeeduino_Mega). Aufgerufen am 22.06.2015
- [10] RC Pro Reviews: Walkera RC Magic Cube MTC-01 V1 & V2. <http://www.rcproreviews.com/walkera-rc-magic-cube-mtc-01/>. Aufgerufen am 22.06.2015
- [11] OrangeRX: DSMX/DSM2 2.4GHz DIY Transmitter Module. <http://orangerx.com/2013/06/11/ds-mxdsm2-2-4ghz-diy-transmitter-module/>. Aufgerufen am 22.06.2015
- [12] Horizon Hobby: Spektrum DX7. <http://www.horizonhobby.com/product/radios/new-releases-15073--1/aircraft-transmitters/dx7-7-channel-dsmx%C2%AE-transmitter-with--ar8000-receiver-p-spm7000>. Aufgerufen am 22.06.2015

## Verweis auf Online-Ressourcen

- Homepage des 4D-Joysticks. Die Seite enthält eine genaue Systembeschreibung und Demonstrationsvideos des 4D-Joysticks. Die Seite ist in Englisch. (Link: <http://www.ki-i.at/4djoystick/>)

- Eintrag im Blog der Firma Conrad Elektronik zum Thema Steuerung von „RC-Modellen mit dem Mund“ (Link: <http://blog.conrad.at/steuerung-von-rc-modellen-mit-dem-mund/>)

## Kontakt

Kompetenznetzwerk KI-I  
Dipl.-Ing. Gerhard Nussbaum  
Altenberger Straße 69  
4040 Linz

Tel. 0732-2468-3770

eMail: [gerhard.nussbaum@ki-i.at](mailto:gerhard.nussbaum@ki-i.at)

Web: <http://www.ki-i.at>

## Publikationen

Nussbaum, G., Veigl, C., Miesenberger, K.: “**EMG Signal Controlled Pneumatic Gripper for Mouthsticks**”, in: P. L. Emiliani, L. Burzagli, A. Como, F. Gabbanini, A.-L. Salminen (Eds.): Assistive Technology from Adapted Equipment to Inclusive Environments - AAATE 2009, IOS Press, 2009, ISBN 978-1-60750-042-1, pp. 36-40, DOI: 10.3233/978-1-60750-042-1-36

Pühretmair, F., Nussbaum, G.: Chapter “**Web Design, Assistive Technologies and Accessible Tourism**”, in: D. Buhalis, S. Darcy (Eds.): “Accessible Tourism – Concepts and Issues”, Book Chapter, Channel View Publications, 2011, ISBN 978-1-84541-161-9, pp. 274-286

Nussbaum, G., Veigl, C., Acedo, J. et al.: „**AsTeRICS - Towards a Rapid Integration Construction Set for Assistive Technologies**“, in: G. J. Gelderblom, M. Soede, L. Adriaens, K. Miesenberger (Eds.): Everyday Technology for Independence and Care - AAATE 2011, IOS Press, 2011, ISBN 978-1-60750-813-7, pp. 766-773, DOI: 10.3233/978-1-60750-814-4-766

Ossmann, R., Parker, S., Nussbaum, G., et al.: „**Bring the Users to the Games by the usage of the Assistive Technology Rapid Integration & Construction Set**“ - 1st Workshop on Game Accessibility: Xtreme Interaction Design - Bordeaux, France, June 28, 2011

Ossmann, R., Thaller, D., Nussbaum, G., Veigl, C., Weiß, C.: “**Making the PlayStation 3 Accessible with AsTeRICS**”, in: K. Miesenberger, A. Karshmer, P. Peñáz, W. Zagler (Eds.): 13th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2012), Springer International Publishing, 2012, ISBN 978-3-642-31521-3, pp. 443-450, DOI: 10.1007/978-3-642-31522-0\_67

Heumader, P., Miesenberger, K., Nussbaum, G.: “**Gravity Controls for Windows**”, in: K. Miesenberger, A. Karshmer, P. Peñáz, W. Zagler (Eds.): 13th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2012), Springer International Publishing, 2012, ISBN 978-3-642-31533-6, pp. 157-163, DOI: 10.1007/978-3-642-31534-3\_24

García-Soler; A., Diaz-Orueta, U., Ossmann, R., Nussbaum, G., Veigl, C., Weiss, C., Pecyna, K.: “**Addressing accessibility challenges of people with motor disabilities by means of AsTeRICS: A step by step definition of technical requirements**”, in: K. Miesenberger, A. Karshmer, P. Penaz, W. Zagler (Eds.): 13th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2012), Springer International Publishing, 2012, ISBN 978-3-642-31533-6, pp. 164-171. DOI: 10.1007/978-3-642-31534-3\_25

Morales B, Diaz-Orueta U, Soler AG, Pecyna K, Ossmann R, Nussbaum G, Veigl C, Weiss C, Acedo J, Soria-Frisch, A.: “**AsTeRICS: a new flexible solution for people with motor disabilities in upper limbs and its implication for rehabilitation procedures**”, Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, November 2013 8(6), Journal Article, Informa Healthcare, 2013, pp. 482-495, DOI:10.3109/17483107.2012.754956

Miesenberger K., Nussbaum G., Ossmann R.: “**AsTeRICS: A Framework for Including Sensor Technology into AT Solutions for People with Motor Disabilities**”, in: G. Kouroupetroglou (Ed.): Assistive Technologies and Computer Access for Motor Disabilities, Book Chapter, IGI Global, 2013, ISBN: 978-1-466-64438-0, pp. 154-179, DOI: 10.4018/978-1-4666-4438-0.ch006

Thaller D., Ossmann R., Nussbaum G., Parker S., Pühretmair F.: “**User experience and feedback of an assistive technology construction set**”, in: P. Encarnação, L. Azevedo, G.J. Gelderblom, A. Newell, N.-E. Mathiassen, (Eds.): Assistive Technology: From Research to Practice – AAATE 2013, IOS Press, 2013, ISBN 978-1-61499-303-2, pp. 521-526, DOI: 10.3233/978-1-61499-304-9-521

Thaller D., Nussbaum G.: “**Accessibility of non-trivial remote controlled models and toys**”, Fourth International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA 2013), IEEE Xplore online proceedings. DOI: 10.1109/ICTA.2013.6815314

Thaller, D., Nussbaum, G., Parker, S.: “**Accessible 4D-Joystick for Remote Controlled Models**”, in: K. Miesenberger, D. Fels, D. Archambault, P. Peñáz, W. Zagler (Eds.): 14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2014), Springer International Publishing, 2014, ISBN 978-3-319-08598-2, pp. 218-225, DOI: 10.1007/978-3-319-08599-9\_33

Nussbaum, G., Thaller, D.: “**4D-Joystick – New Possibilities for Persons with Motor Disabilities**”, 13th Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe 2015 (AAATE2015), Conference Proceedings published by IOS Press, 2015, Accepted Paper.



## Über das KI-I

Das KI-I ist eine außeruniversitäre Forschungsorganisation, die das Ziel hat, die Lebenssituation von Menschen mit Behinderungen und älteren Menschen durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zu verbessern. Neben europäischer Spitzenforschung zu Technologien für Menschen mit Behinderungen ist das KI-I Vorreiter bei der Qualitätsevaluierung durch Menschen mit Behinderungen und Übersetzungen in leicht verständliche Sprache. Das KI-I ist Innovationsbörse und Bindeglied zwischen Praxis, Forschung und Know-How Transfer.

## Sonstige Aktivitäten des KI-I

Die zentrale Aufgabe des KI-I ist es, Forschung im Bereich Technologien für Menschen mit Behinderungen jeglichen Alters zu betreiben und damit vor allem die Selbständigkeit zu erhöhen. Inhaltliche Forschungsschwerpunkte und Kernbereiche des KI-I sind dabei:

- Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)
- Assistierende Technologien (AT)
- Ambient Assisted Living (AAL)
- Umgebungssteuerungen und intelligente Umgebungen
- Multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Barrierefreies Software- und Web-Design
- Übersetzungen in leicht verständliche Sprache
- Qualitätsevaluierung von Behinderteneinrichtungen durch Nutzerinnen und Nutzer

Neben der Entwicklung des 4D-Joysticks sind aktuelle Referenzprojekte für die Forschung am KI-I u.a. die beiden EU-geförderte Forschungsprojekte

- AsTeRICS ([www.asterics.eu](http://www.asterics.eu)), in dem ein flexibles Baukastensystem zur kostengünstigen Entwicklung von assistierende Technologien entwickelt wurde. Das KI-I war neben Christoph Veigl von der FHTW nicht nur einer der Ideengeber, sondern auch Koordinator dieses Projekts.
- Prosperity4All (<http://www.prosperity4all.eu>), in dem Strukturen geschaffen werden, um allen Menschen weltweit den Zugang zu Informations- und Kommunikationstechnologien zu ermöglichen.

Neben der technischen Forschung rund um Barrierefreiheit beschäftigt sich das KI-I auch intensiv mit der inhaltlichen Barrierefreiheit und dabei vor allem mit der Übersetzung in eine leicht verständliche Sprache. In enger Zusammenarbeit mit dem Land OÖ wurden beispielsweise das OÖ Chancengleichheitsgesetz und deren Begleitdokumente in eine leicht verständliche Sprache übersetzt. Europaweit Vorreiter ist das KI-I und das Land OÖ mit der Übersetzung aller Bescheide nach Oö. Chancengleichheitsgesetz in Leichte Sprache (LL). Aktuell bilden die LL-Übersetzungen des KI-I einen wichtigen Teil der Landessonderausstel-

lung 2015 in Gallneukirchen. Im Jahr 2014 wurden vom KI-I 168 Dokumente in LL übersetzt und dabei ca. 1.600 Seiten LL-Text produziert.

Das dritte Standbein des KI-I ist die Qualitätsevaluierung von Behinderteneinrichtungen durch Menschen mit Behinderungen (Proqualis – [www.proqualis.at](http://www.proqualis.at)). Das Multiprofessionelle Team des KI-I evaluiert die Qualität von Dienstleistungen für Menschen mit Behinderungen. Dies geschieht durch die direkte Befragung der Kundinnen und Kunden von Einrichtungen für Menschen mit Behinderungen. Im Jahr 2014 waren bei Befragungen, Qualitätszirkeln, Interviews, Ergebnispräsentationen, Vorträgen und Workshops OÖ-weit ca. 1.550 Personen in die Qualitätsevaluierung eingebunden.

Das KI-I als Drehscheibe und Innovationsbörse stellt eine Brücke zwischen Praxis, Forschung und Lehre her. Das vorhandene Know-How wird in verschiedenen Bildungseinrichtungen wie JKU, PH OÖ, FH OÖ, BBRZ weitervermittelt. 2014 wurde das Fachwissen des KI-I in ca. 450 Schulungseinheiten an ca. 750 Personen weitergegeben.

Das KI-I selbst ist unabhängig und versteht sich als Begleiter, Unterstützer und Multiplikator und ist Organisator der jährlichen Fachtagung IKT-Forum ([www.iktforum.at](http://www.iktforum.at)). Das KI-I bietet oberösterreichischen Institutionen und Firmen Beratung und Unterstützung im Bereich IKT um deren Aktivitäten zur menschengerechten und effizienten Gestaltung von Dienstleistungen, Produkten und Ausschreibungen zu stärken. Dies soll Menschen mit Behinderungen und älteren Menschen helfen und neue Impulse für eine barrierefreie, integrative Gesellschaft geben.



© GW St. Pölten



## 2. PREIS - Intelligente Prothesen

### Intuitive Steuerung durch implantierbare Schnittstellen

Dr. med. univ. Konstantin D. Bergmeister & A.o. Univ. Prof. Oskar. C. Aszmann

© Christian Doppler

#### Einleitung:

Der Verlust eines Arms oder von Teilen der oberen Extremität ist ein dramatisches Erlebnis im Leben betroffener PatientInnen. Die dadurch entstehende Einschränkung von Körperintegrität und persönlicher Unabhängigkeit stellt diese Individuen vor große persönliche Herausforderungen, welche oftmals zu Folgeerkrankungen wie Depressionen oder Schmerzsyndromen sowie sozialer Isolation führen. Die Ursache solcher Schädigungen sind zumeist Arbeitsunfälle wie z.B. in Handwerksberufen aber auch Verkehrsunfälle mit hoher Geschwindigkeit wie bei Motorradunfällen [1-3]. Der Extremitätenverlust kann aber auch die Folge von therapeutischen Operationen bei Krebserkrankungen sein, wie die radikale Tumorentfernung bei Sarkomen [4-6]. Betroffen sind in allen Fällen zumeist junge und vor allem männliche Erwachsene im Alter von 20-40, die vormals gesund waren und mitten im Berufsleben standen. Eine weitere PatientInnengruppe sind Kinder mit Fehlbildungen, die eine inkomplette oder komplett fehlende Entwicklung der Extremität zur Folge hat.

**Abbildung 1 - kindliche Fehlbildung: Junge/r PatientInnen mit kindlicher Fehlbildung beider Arme und daraus resultierender starker körperlicher Behinderung.**



© Christian Doppler Labor für Extremitätenrekonstruktion und Rehabilitation



Für die Gesellschaft heißt dies, dass Personen die entweder berufstätig sind und bereits eine Familie haben aber auch Kinder die am Anfang ihres Leben stehen auf weitreichende Unterstützung durch ihr Umfeld und das Sozialwesen angewiesen sind [7].

Zur Behandlung werden seit Jahrhunderten mechanische Prothesen, wie zum Beispiel ein Haken als Handersatz angewendet. Diese können simple Funktion wiederherstellen, werden aber aufgrund von mangelnder Funktion, stigmatisierendem Aussehen schlecht akzeptiert und stellen mitunter eine zusätzliche Belastung für die PatientInnen dar. Eine bahnbrechende Entwicklung für diese Problematiken sind die neuesten sogenannten bionischen Prothesen, deren Bewegungen durch Gedanken gesteuert werden können. Diese bieten schon jetzt einen weitaus besseren Extremitätensatz durch intuitivere und simultane Bewegungen. Auch ihr Aussehen ist der menschlichen Hand angepasst und ist für das Umfeld der PatientInnen auf den ersten Blick meist nicht erkennbar. Unter der Leitung von Univ. Prof. Aszmann hat unsere Arbeitsgruppe in den letzten Jahren ein Zentrum für die Behandlung mit bionischen Prothesen aufgebaut, welches PatientInnen intensiv, multidisziplinär betreut und sich mit spezifischen wissenschaftlichen Fragestellungen beschäftigt. [3, 8-15].

**Abbildung 2: Beispiel einer prothetischen Versorgung bei Schulterteilamputation. Der Patient verlor im Rahmen eines Arbeits- und Verkehrsunfalls seinen linken Arm. Dem Patient ist es mit der bionischen Prothese möglich wieder seinem Beruf als selbständiger Inhaber und Bäcker mehrerer Bäckerei-Filialen nachzugehen.**



© Christian Doppler Labor für Extremitätenrekonstruktion und Rehabilitation

Für unsere PatientInnen kann somit der Wiedereintritt in das berufliche und soziale Leben ermöglicht werden wie zum Beispiel die Interaktion mit Kindern, Freunden und Familie. Bionische Prothesen stellen somit eine innovative Lösung zur Inklusion von Menschen mit Behinderung dar, deren Weiterentwicklung hoffentlich eines Tages die Genialität unserer Arme und Hände als Multifunktionswerkzeug zumindest teilweise widerspiegeln kann.

**Abbildung 3 - Einsatz der Prothese im täglichen Leben: Der junge Patient verlor im Rahmen eines Starkstromunfalls als Elektrotechniker seinen linken Arm. Nun nützt er die Prothese, die er bewusst auffällig in weiß wollte, als Hilfshand in täglichen Aufgaben.**



© Christian Doppler Labor für Extremitätenrekonstruktion und Rehabilitation

Die größte Herausforderung hierbei ist es eine leistungsstarke Schnittstelle zwischen Mensch und Prothese herzustellen um die Steuerungssignale des Prothesenträgers zu erfassen und somit eine präzise

Verwendung im Alltag zu ermöglichen [13, 16-18]. Neueste Prothesen können schon jetzt ähnlich viele Bewegungen wie ihre menschlichen Vorbilder ausführen, jedoch liegt das Problem in der effizienten Steuerung. Die Umsetzung vom Gedanken an die Bewegung, die gezielte Ansteuerung von Nerven und Muskeln und die Umwandlung dieser Information auf die Prothese, ist ein technisch höchst komplizierter Ablauf. Unsere Arbeitsgruppe hat daher in Kooperation mit Otto Bock, der Technischen Universität Hamburg-Harburg und Fraunhofer IBMT, ein System entwickelt, das diese höchst komplexe Informationsweitergabe umsetzt und somit dem optimalen Einsatz der Prothese ermöglicht.

Dieses System, genannt MyoPlant, ist eine implantierbare Schnittstelle die unter die Haut eingebracht wird um dort Steuerungssignale optimal abzuleiten. Dadurch können die Steuerungssignale besser abgeleitet werden und so ein Maximum an Prothesenkontrolle ermöglicht werden [12, 19]. Dieses System kann im Rahmen der operativen Vorbereitung auf eine Prothese eingebracht werden und bedeutet für die PatientInnen daher keine chirurgische Mehrbelastung.

Ziel der hier vorgestellten Arbeit war das Konzept dieses Systems präklinisch zu testen und für die sichere Langzeitanwendung im Menschen relevante Aspekte, wie mechanische Stabilität, Signalaufnahme und Handhabung zu untersuchen.

## **Projekt**

### **Konzept**

Bionische Prothesen werden gesteuert indem der Patient Muskeln anspannt und die Aktivität des Muskels von Elektroden (Elektromyographie – EMG) registriert werden. Diese Signale werden von Mikroprozessoren in der Prothese verarbeitet und ermöglichen dadurch das Steuern verschiedener Bewegungen. In Kombination mit modernsten chirurgischen Techniken aus der Plastischen Chirurgie, sogenannten Nerventransfers, ist der Patient nach Rehabilitation im Stande durch das Denken an den Faustschluss selbige Bewegung auch mit der Prothese auszuführen.

**Abbildung 4 - Bionische Rekonstruktion: PatientInnen mit einem Verlust oder Teilverlust der oberen Extremität werden zuerst chirurgisch mit Nerventransfers auf die Prothese vorbereitet und bekommen dann eine individuell angepasste Prothese. Diese ermöglicht ihnen durch zum Beispiel Vorstellen des Faustschlusses, diese Bewegung mit der Prothese auszuführen. (Grafik adaptiert von [15])**



© Christian Doppler Labor für Extremitätenrekonstruktion und Rehabilitation

Derzeit werden diese Muskelsignale von Elektroden auf der Haut aufgenommen nachdem diese durch die Haut und das darunterliegende Gewebe gewandert sind. Dies führt zu schwachen und unverlässlichen Signalen die stark verstärkt werden müssen um für die Steuerung verwendet werden zu können. Externe Faktoren wie Schweiß, Last an der Prothese und Hautirritationen können zu weiteren Problemen in der Signalableitung führen.

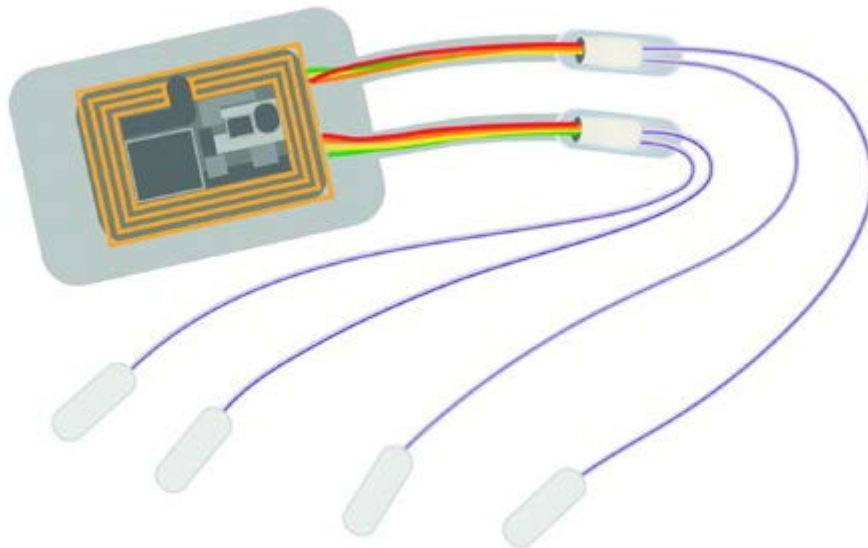
Als Lösung dieser Problematiken haben wir ein implantierbares System namens MyoPlant entwickelt, das die Muskelsignale direkt vom Muskel misst und auch schwache Signale von kleinen Muskeln verlässlich messen kann. Diese leistungsstarke Schnittstelle zwischen Mensch und Prothese kann somit ein Maximum an Bewegungen steuern.

### **MyoPlant System**

Gemeinsam mit unseren Kooperationspartnern haben wir das MyoPlant System entwickelt. Es besteht aus einem zentralem Modul, das zur Steuerung und Energieversorgung dient und mehreren Elektroden zur Messung der Muskelaktivität. Das System kommuniziert per Radiofunk mit der Prothese und bezieht seinen Strom durch Induktion von der Prothese. Da es vollständig unter der intakten Haut liegt und keinen Batteriewechsel benötigt ist es optimal für den Langzeiteinsatz.



**Abbildung 5- MyoPlant System: Diese implantierbare Schnittstelle ermöglicht das Ableiten von Muskelsignalen zu Steuerung von gedankengesteuerten Prothesen. Das zentrale Modul leitet die Muskelsignale der vier Elektroden über Radiofunk-Transmission an die Prothese und bezieht von dieser via Induktion Strom. (Grafik adaptiert von [20])**



© Christian Doppler Labor für Extremitätenrekonstruktion und Rehabilitation

## Versuch

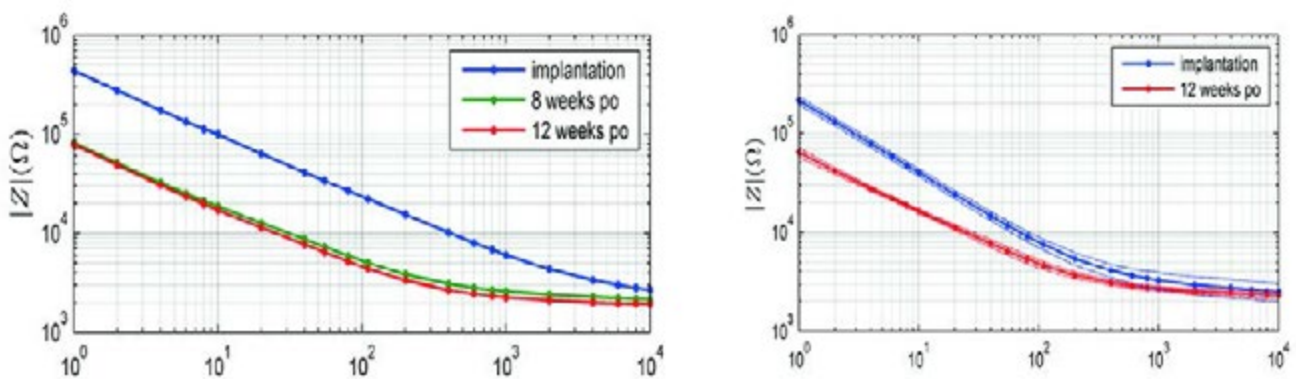
In der hier vorgestellten Arbeit wurden das MyoPlant System respektive seine Teilkomponenten in zwei Versuchen getestet. In einem ersten Pilotversuch wurden die Elektroden in Sprague-Dawley Ratten implantiert um diese auf die Gewebereaktionen und Sendekapazität (Impedanz) zu testen. In einem weiteren Schritt wurde das ganze System in der Vorderextremität von Schafen implantiert um den Einsatz wie beim Menschen zu simulieren. Hierfür wurden die Schafe durch einen Tiertrainer der Universität Wien trainiert um mittels positiver Aufforderung von Essen einen bestimmten Weg zu gehen. Diese Schrittabfolge wurde über den Zeitraum von vier Monaten mit dem implantierbaren System einmal pro Woche gemessen. Mit Beendigung des Versuches wurden die Tiere an einen Bauernhof vermittelt, wo der Einfluss des Systems auf die Bewegungen der Tiere noch immer evaluierbar ist.

## Resultate

In den Versuchen konnten wir zeigen, dass das Konzept der implantierbaren Schnittstelle im Langzeitversuch funktioniert. Das Myoplantsystem wird vom Körper mit einer Bindegewebskapsel sicher an Ort und Stelle aufgenommen und führt nicht zu allergischen oder entzündlichen Reaktionen. Die Möglichkeit der Signalaufnahme wurde per Impedanz gemessen, ein Parameter der den Flusswiderstand eines Materials oder Gewebe über das Frequenzspektrum quantifiziert. Die niedrigere Impedanz in unseren Versuchen

ist hierbei ein Zeichen für einen geringen Signalwiderstand und gute Signalweitergabe. Die weitere Abnahme der Impedanz im Verlauf des Versuchs, ersichtlich in „Abbildung 6 – Impedanzmessungen in beiden Versuchen. Nach Implantation zeigt sich sowohl im Pilotversuch (links) als auch im Hauptversuch (rechts), dass die Elektroden eine sichere Verbindung mit dem umliegenden Gewebe ausbilden, welche die Aufnahme von Muskelsignalen verbessert. (Grafik adaptiert von [20]).“ auf Seite 37 zeigt, dass dies auch nach Aufnahme des Systems durch das umliegende Gewebe ist.

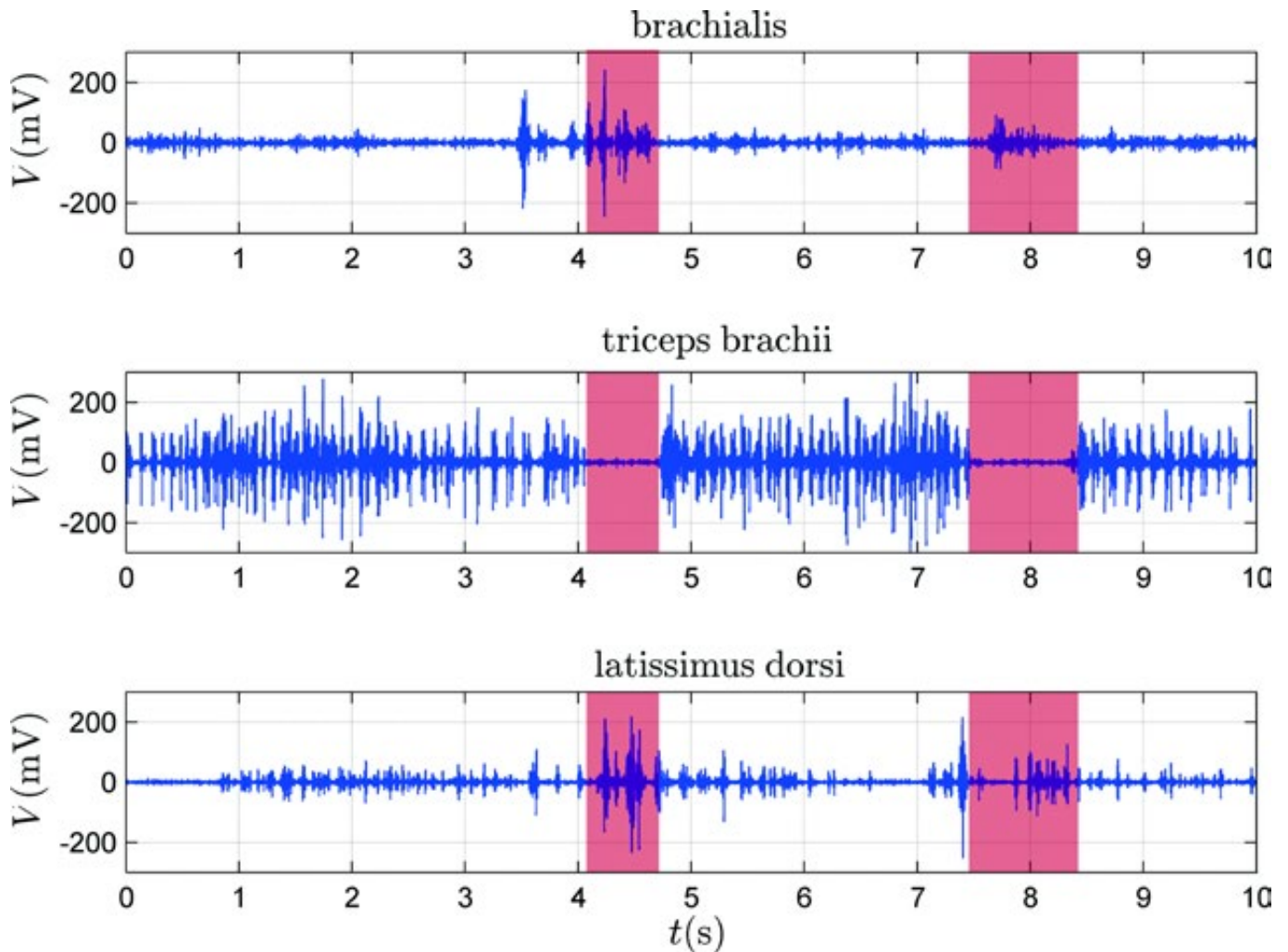
**Abbildung 6 – Impedanzmessungen in beiden Versuchen. Nach Implantation zeigt sich sowohl im Pilotversuch (links) als auch im Hauptversuch (rechts), dass die Elektroden eine sichere Verbindung mit dem umliegenden Gewebe ausbilden, welche die Aufnahme von Muskelsignalen verbessert. (Grafik adaptiert von [20]).**



Bei der wöchentlichen Messung von Muskelsignalen konnten verlässlich Muskelsignale mittels Elektromyographie abgeleitet werden, welche als solche einwandfrei zur Steuerung einer Prothese verwendet werden können. Es konnte keine Beeinträchtigung der Tiere durch das System festgestellt werden, trotz der engen Anatomie der Vorderextremität des Schafes. Die abgeleiteten Muskelsignale sind in „Abbildung 7 – Ergebnisse Muskelsignale aus dem Hauptversuch: Exemplarisch sind drei abgeleitete Muskelsignale abgebildet. Diese bilden das natürliche Gangmuster des Schafes ab und zeigen eine hohe Amplitude mit sehr geringer Interferenz von anderen Muskelsignalen trotz der Nahbeziehung der abgeleiteten Muskeln. Diese Signale können eine bionische Prothese verlässlich ansteuern. (Grafik adaptiert von [20]).“ auf Seite 38 exemplarisch angeführt und zeigen klare Signale von Muskelaktivität mit kaum vorhandenen Störsignalen zwischen den Elektroden.

Mit diesen Ergebnissen können wir zeigen, dass das Konzept dieses Systems funktioniert und es sicher für die Langzeitanwendung im Menschen ist.

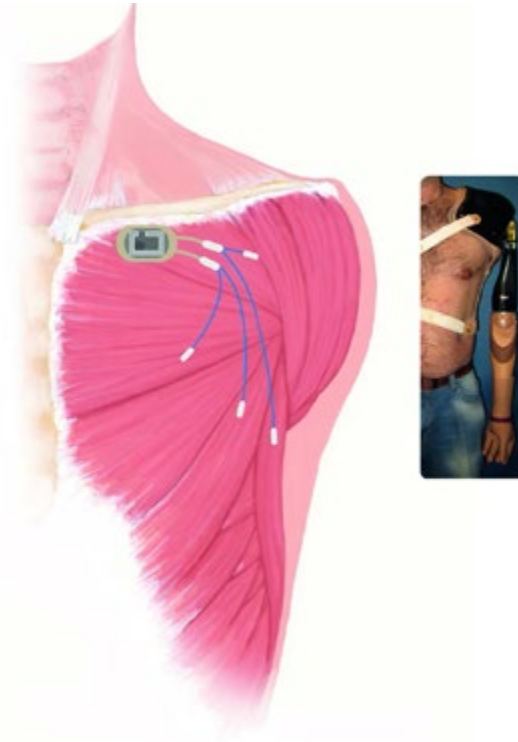
Abbildung 7 – Ergebnisse Muskelsignale aus dem Hauptversuch: Exemplarisch sind drei abgeleitete Muskelsignale abgebildet. Diese bilden das natürliche Gangmuster des Schafes ab und zeigen eine hohe Amplitude mit sehr geringer Interferenz von anderen Muskelsignalen trotz der Nahbeziehung der abgeleiteten Muskeln. Diese Signale können eine bionische Prothese verlässlich ansteuern. (Grafik adaptiert von [20]).



## Zukunft

Basierend auf den Ergebnissen dieser Arbeit, bereiten wir derzeit die klinische Anwendung dieses Systems vor. Wir haben bereits ein Konzept erarbeitet, welche PatientInnen am meisten von diesem System profitieren und wie dieses bestmöglich zur Anwendung kommen könnte. In der „Abbildung 8: Schematische Zeichnung der Implantation des Systems im Menschen und Beispiel einer prothetischen Versorgung mit diesem System und bionischer Prothese. (Grafik adaptiert von [20]).“ auf Seite 39 sehen sie die schematische Zeichnung der Implantation auf die Brust eines Patienten und daneben die prothetische Versorgung. Wir sind derzeit in Vorbereitung eines Antrags für die zuständige Behörde (AGES) und hoffen auf eine erste Anwendung im Jahr 2016.

**Abbildung 8: Schematische Zeichnung der Implantation des Systems im Menschen und Beispiel einer prophetischen Versorgung mit diesem System und bionischer Prothese. (Grafik adaptiert von [20]).**



© Christian Doppler Labor für Extremitätenrekonstruktion und Rehabilitation

### **Inklusion**

Wir sind überzeugt, dass bionische Prothesen mit leistungsstarken Schnittstellen ein entscheidender Beitrag für die Inklusion von Menschen mit Behinderung sind. Die Möglichkeit Hände wiederzustellen gibt die Chance mit seiner Umwelt in Kontakt zu treten und aktiv am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. In Zukunft werden wir weitere bahnbrechende Entwicklungen – dieser noch jungen Therapie – sehen, wie sie für immer mehr Menschen ein entscheidender Beitrag zum Schritt zurück ins Leben ist.

### **Kooperationspartner National**

Otto Bock Österreich

- Dr. Hans Dietl, CEO
- Dr. Friedrich Russold
- Dr. Sören Lewis

Christian Doppler Forschungsgesellschaft



Dieses Projekt wurde durch die Christian Doppler Forschungsgesellschaft unterstützt.

## Kooperationspartner International

- Fraunhofer IBMT
- Technische Universität Hamburg-Harburg

## Literatur

1. Schwerdtfeger, K., H. Assmus, and M. Wüstner-Hofmann, *S3 Leitlinie - Versorgung peripherer Nervenverletzungen*. 2013.
2. Radtke, C. and P.M. Vogt, *Nervenverletzungen und posttraumatische Versorgung*. Der Unfallchirurg, 2014. **117**(6): p. 539-556.
3. Aszmann, O.C., H. Dietl, and M. Frey, [*Selective nerve transfers to improve the control of myoelectrical arm prostheses*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2008. **40**(1): p. 60-5.
4. Steinau, H.U., et al., [*Sarcoma of the hand and wrist*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2015. **47**(2): p. 76-82.
5. Schnurer, S. and R.E. Horch, [*Malignant bone tumors of the hand*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2013. **45**(3): p. 152-8.
6. Andreou, D., et al., [*Interdisciplinary diagnostic and treatment of bone sarcomas of the extremities and trunk*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2015. **47**(2): p. 90-9.
7. Schwerdtfeger, K., H. Assmus, and M. Wüstner-Hofmann, *S3-Leitlinie: Versorgung peripherer Nervenverletzungen*. 2013.
8. Aszmann, O.C., et al., *The influence of GDNF on the timecourse and extent of motoneuron loss in the cervical spinal cord after brachial plexus injury in the neonate*. Neurol Res, 2004. **26**(2): p. 211-7.
9. Korak, K.J., et al., *Changes in spinal cord architecture after brachial plexus injury in the newborn*. Brain, 2004. **127**(Pt 7): p. 1488-95.
10. Aszmann, O.C., et al., *Bridging critical nerve defects through an acellular homograft seeded with autologous schwann cells obtained from a regeneration neuroma of the proximal stump*. J Reconstr Microsurg, 2008. **24**(3): p. 151-8.
11. Tzou, C.H., O.C. Aszmann, and M. Frey, *Bridging peripheral nerve defects using a single-fascicle nerve graft*. Plast Reconstr Surg, 2011. **128**(4): p. 861-9.
12. Lewis, S., et al., *Fully Implantable Multi-Channel Measurement System for Acquisition of Muscle Activity*. Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on, 2013. **62**(7): p. 1972-1981.
13. Farina, D. and O. Aszmann, *Bionic Limbs: Clinical Reality and Academic Promises*. Sci Transl Med, 2014. **6**(257): p. 257ps12.
14. Farina, D., et al., *The extraction of neural information from the surface EMG for the control of upper-limb prostheses: emerging avenues and challenges*. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2014. **22**(4): p. 797-809.
15. Aszmann, O.C., et al., *Bionic reconstruction to restore hand function after brachial plexus injury: a case series of three patients*. Lancet, 2015. **385**(9983): p. 2183-9.

16. Ortiz-Catalan, M., B. Hakansson, and R. Branemark, *An osseointegrated human-machine gateway for long-term sensory feedback and motor control of artificial limbs*. *Sci Transl Med*, 2014. **6**(257): p. 257re6.
17. Ortiz-Catalan, M., et al., *On the viability of implantable electrodes for the natural control of artificial limbs: review and discussion*. *Biomed Eng Online*, 2012. **11**: p. 33.
18. Miranda, R.A., et al., *DARPA-funded efforts in the development of novel brain-computer interface technologies*. *Journal of Neuroscience Methods*, (0).
19. Lewis, S., et al., *Implantable Silicone Electrode for Measurement of Muscle Activity: Results of First in Vivo Evaluation*. *Biomed Tech (Berl)*, 2013.
20. Konstantin D. Bergmeister, M.H., Soeren Lewis, Michael-Friedrich Russold, Martina Schiestl, Krisztina Manzano-Szalai, Aidan D. Roche, Stefan Salminger, Hans Dietl, Oskar C. Aszmann, *Prosthesis control with an implantable multichannel wireless EMG system for high level amputees: a large animal study*. *Plastic Reconstructive Surgery*, 2016.



© GW St. Pölten



© Privat

### 3. PREIS - IAAA PROJEKT

## Inklusion durch Individualisierung der Mensch-Maschine Interaktion – das IAAA Projekt

FH-Prof. DI(FH) Dr.<sup>in</sup> Mirjam Augstein

### Kurzfassung

Inklusion umfasst die Akzeptanz, Gleichberechtigung und Förderung des Individuums wobei die natürlich gegebene Diversität positiv gesehen wird. Dies gilt auch für den Zugang zu modernen Endgeräten und über das Internet verfügbare Informationen – dabei sollte kognitive und/oder motorische Beeinträchtigung keine Barriere darstellen. Das IAAA Projekt verfolgt den Ansatz von Inklusion durch automatisierte Individualisierung der Mensch-Maschine-Interaktion. Dabei soll sich das System an den individuellen Menschen und seine kognitiven und motorischen Voraussetzungen anpassen sodass das Gesamtkonstrukt aus Endgerät, System und Benutzerschnittstelle so gut als möglich, bedienbar und für jede/n BenutzerIn optimiert ist. Beschrieben werden Motivation und Benutzer-zentrierte Vorgehensweise des IAAA Projekts, das Prinzip der Adaptivität und Benutzermodellierung im Bereich der Mensch-Maschine Interaktion, sowie die Ergebnisse ausgewählter Tests mit der Zielgruppe.

### 1. Einleitung

Inklusion bedeutet im Gegensatz zu Integration nicht die Einbeziehung Außenstehender in eine Gruppe oder ein System sondern vielmehr ein Konzept der Gleichberechtigung in dem jeder Mensch mit seinen individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten gleichermaßen akzeptiert und Diversität geschätzt wird. Im heutigen Informationszeitalter bedeutet Inklusion u.a. auch, Zugang zu Informationen, sozialen Kontakten und Interessensgemeinschaften die sich im Internet finden, für alle Menschen gleichermaßen zugänglich zu machen. Dies ist oft nur bedingt der Fall, Barrieren existieren sowohl betreffend die Hardware (Endgeräte über die der Internetzugriff erfolgt) als auch die Software bzw. Benutzerschnittstelle. Inklusion in diesem Bereich ist also bei weitem nicht ausschließlich eine gesellschaftliche Frage sondern auch eine der IT. Das an der Fachhochschule Oberösterreich an der Fakultät für Informatik, Kommunikation und Medien<sup>1</sup> angesiedelte Forschungsprojekt IAAA<sup>2</sup> setzt hier an – sowohl was die Frage der Hardware als auch was die der Software betrifft. Die Projektidee basiert auf der Herausforderung der Diversität der Benutzer von

<sup>1</sup> <http://www.fh-ooe.at/campus-hagenberg>, zuletzt abgerufen am 12.06.2015

<sup>2</sup> Interaction Analysis for Automated Adaptation, <http://iaaa.fh-hagenberg.at>, zuletzt abgerufen am 15.09.2015



Informationssystemen, vorwiegend im mobilen Bereich (Smartphones) und verfolgt hierbei den Ansatz der Individualisierung durch Adaptivität und Benutzermodellierung. Adaptivität bedeutet, im Gegensatz zu Konfigurierbarkeit, die automatische Anpassung des Systems an den individuellen Benutzer und dessen Fähigkeiten und Präferenzen. Anpassung kann in unterschiedlichen Bereichen erfolgen (angepasst werden kann z.B. die Information an sich, die Darstellung der Information oder die Bedienung). Aktuell ist Software die für Menschen mit Beeinträchtigung entwickelt wurde meist in hohem Maß konfigurierbar. Dies erlaubt eine manuelle Anpassung an den individuellen Menschen, was allerdings einen großen Zeitaufwand auf Seiten der BetreuerInnen mit sich bringt. Die Idee der automatischen Analyse und Anpassung an den Benutzer soll keinesfalls BetreuerInnen ersetzen sondern sie vielmehr bestmöglich unterstützen (aus diesem Grund werden auch die BetreuerInnen in die Aktivitäten des IAAA Projekts eingebunden).

Der Fokus von IAAA beruht auf der Interaktion des Benutzers mit dem System. Die meisten für den breiteren Markt erhältlichen Endgeräte sind für viele Menschen mit motorischen und/oder kognitiven Beeinträchtigungen kaum oder gar nicht bedienbar – dasselbe gilt häufig auch für die für den größeren Markt konzipierte Software. Oft sind Menschen mit Beeinträchtigung auf Spezial-Hard- oder Software angewiesen. Da diese Lösungen für einen verhältnismäßig sehr kleinen Markt entwickelt werden, sind sie meist vergleichsweise teuer und können daher nur von wenigen der betroffenen Personen bezogen werden. Inklusion wird dadurch deutlich erschwert. Das IAAA Projekt hat aus diesem Grund auch das Ziel, ausschließlich handelsübliche oder kostengünstige Geräte einzusetzen und deren Bedienung für den individuellen Menschen zu optimieren. Beispielsweise wird es durch IAAA ermöglicht, ein handelsübliches, Android-basiertes Smartphone über die Ausübung von großflächigem physischem Druck auf das Display oder mit Hilfe eines herkömmlichen Lochers zu bedienen. Die im Projekt entwickelte Software soll die Interaktionsfähigkeiten der individuellen BenutzerInnen analysieren um in weiterer Folge die für die jeweilige Person am besten geeignete Interaktionsmethode identifizieren zu können. Da sich die Interaktionsmöglichkeiten einer Person durchaus länger- oder auch kurzfristig ändern können, muss diese Analyse laufend passieren. Die Ergebnisse werden in einem Benutzermodell festgehalten das permanent aktualisiert wird. IAAA verfolgt den Ansatz der Benutzer-zentrierten Entwicklung um sicherzustellen, dass nicht an der Zielgruppe vorbei entwickelt wird. Aus diesem Grund werden neue Prototypen bereits in einer sehr frühen Phase erstmalig mit der Zielgruppe getestet, meist bevor mit der eigentlichen Implementierung begonnen wird.

Dieser Artikel beschreibt die Aktivitäten des IAAA Projektes und erläutert nachfolgend wie die Entwicklungen im Projekt die Inklusion von Menschen mit Beeinträchtigung in der Informationsgesellschaft verbessern können. Es werden die im Projekt entwickelten Prototypen und Technologien erklärt sowie die Ergebnisse ausgewählter Benutzertests zusammengefasst.

## **2. Adaptivität zur Unterstützung von Inklusion**

Personalisierung von Software wird seit nunmehr über zwei Jahrzehnten in unterschiedlichen Domänen erforscht. Ein Vorreiter war dabei das Umfeld des E-Learning, wohl unter anderem weil sich das Lernverhalten

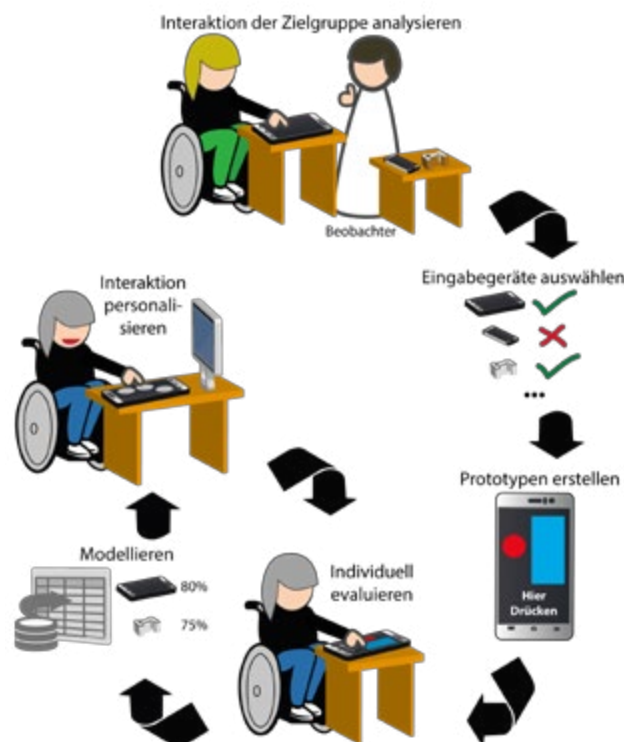
unterschiedlicher Personen sehr stark unterscheidet, sodass ein und dieselbe Version eines Lernsystems niemals alle Bedürfnisse abdecken kann. Als weitere Beispieldomäne kann E-Commerce genannt werden, wo u.a. durch so genannte Empfehlungssysteme sichergestellt werden soll, dass die angebotenen Artikel den Geschmack der/des einzelnen BetrachterIn treffen. Personalisierung kann auf verschiedene Arten umgesetzt werden, unterschieden wird hierbei zwischen Konfigurierbarkeit und Adaptierbarkeit sowie Adaptivität (Opperman, Rashev, & Kinshuk, 1997). Diese Arten unterscheiden sich im Wesentlichen im Maß an Benutzer- und Systeminitiative. Während Konfiguration manuell durch den/die BenutzerIn selbst vorgenommen wird, beruhen Adaptierbarkeit und Adaptivität auf der Einbindung des Systems. Ein adaptierbares System basiert auf Anpassung die zwar durch den/die BenutzerIn initiiert, jedoch vom System vorgenommen und umgesetzt wird. Ein adaptives System hingegen beruht auf vom System initiiertes Anpassung. Je höher die Systeminitiative, desto geringer wird der Aufwand für den/die BenutzerIn, desto höher ist allerdings auch die Gefahr einer Fehlinterpretation des Systems. Die Akzeptanz eines adaptiven Systems ist hochgradig abhängig vom Vertrauen seiner BenutzerInnen. Dieses schwindet naturgemäß wenn die Entscheidungen des Systems falsch sind oder nicht nachvollzogen werden können. Daher ist es besonders wichtig, ein realistisches, feingranulares Benutzermodell (auf dessen Basis das System Entscheidungen trifft) aufzubauen (siehe „4. Interaktionsmethoden“ auf Seite 48) und das System mit BenutzerInnen wiederholt zu testen (siehe „3. Benutzer-zentrierte Entwicklung“ auf Seite 45 und „6. Benutzertests und Ergebnisse“ auf Seite 54). Wie bereits oben erwähnt, ist die Hauptmotivation hinter Adaptivität im Software-Bereich die der Vielfalt der BenutzerInnen, die sich z.B. in ihren persönlichen Hintergründen, Zielen und Fähigkeiten unterscheiden. Ein adaptives System passt sich an diese Eigenschaften an und gewährleistet so für jede/n BenutzerIn die beste Darstellung/Bedienung/Inhalte. Das Prinzip der Inklusion, das den Ansatz verfolgt, Menschen mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften (dies schließt Beeinträchtigungen mit ein) gleichberechtigt zu unterstützen und wertzuschätzen, kann daher durch Adaptivität gut umgesetzt werden. IAAA verfolgt diese Idee mit einem Fokus auf Benutzerinteraktion. Durch Interaktion mit einem Gerät wird der Zugang zum Internet (und damit zu den dort verfügbaren Informationen, sozialen Netzwerken und Communities, die in der heutigen Informationsgesellschaft einen großen Teil des sozialen Gefüges ausmachen) überhaupt erst ermöglicht. Kann eine Person aus beliebigen Gründen das für den Internetzugriff nötige Endgerät nicht bedienen, entsteht eine Barriere die in der heutigen Zeit von kolossalem Ausmaß ist (so werden Aktivitäten wie z.B. Finanztransaktionen, Preisvergleiche, Einsicht in Abrechnungen von Mobilfunkanbietern, etc. heute überwiegend über das Internet abgewickelt und auch soziale Kontakte dort gepflegt). Gerade für in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen sind der Informationsbezug und die Vernetzung über das Internet von besonderer Bedeutung.

### **3. Benutzer-zentrierte Entwicklung**

Das IAAA Projekt verfolgt einen Benutzer-zentrierten, partizipativen Ansatz der die Einbindung der Zielgruppe in allen Phasen der Entwicklung vorsieht. Ergebnisse (d.h. Prototypen) werden nicht erst am Ende der Zielgruppe vorgestellt sondern bereits vor der eigentlichen Implementierungsphase um die Bedürfnisse und Ideen der zukünftigen BenutzerInnen und deren Umfeld zu berücksichtigen. Die Einbindung

der BenutzerInnen erfolgt wiederholt, d.h. idealerweise in allen Phasen der Entwicklung (siehe auch „Abbildung 1. Benutzer-zentrierte Entwicklung in IAAA (Neumayr, Kern, Augstein, Kurschl, & Altmann, 2015a).“ auf Seite 46). Unterstützt wird IAAA hierbei durch das Diakoniewerk Gallneukirchen<sup>3</sup>, besonders durch die dort verankerte Mediengruppe und EDV-Werkstätte Hagenberg<sup>4</sup> und die dort beschäftigten Personen. In der Mediengruppe arbeitet eine Gruppe von Menschen mit neuen Medien (beispielsweise an der Publikation der Organisations-eigenen Zeitung oder an Fotografie und digitaler Nachbearbeitung). In der EDV-Werkstätte Hagenberg arbeiten Menschen mit Beeinträchtigung z.B. an der Digitalisierung von Bildern und der Erstellung von Marketingmaterialien wie Visitenkarten. Die Beeinträchtigungen dieser Menschen sind vielfältig (siehe eine konkrete Beschreibung in „6. Benutzertests und Ergebnisse“ auf Seite 54), weshalb sich auch sehr unterschiedliche Benutzermodelle (siehe „5. Benutzermodellierung“ auf Seite 53) ergeben, was für die Evaluierung und Weiterentwicklung der Ansätze von Vorteil ist.

**Abbildung 1. Benutzer-zentrierte Entwicklung in IAAA (Neumayr, Kern, Augstein, Kurschl, & Altmann, 2015a).**



© IAAA Team

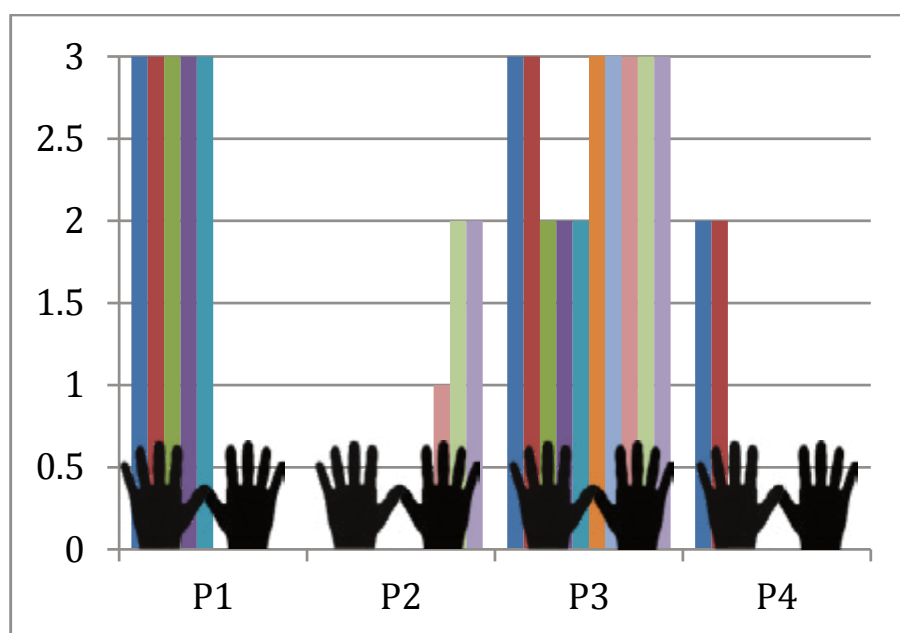
Im Zuge des IAAA Projektes wurden daher bereits gleich zu Beginn Benutzertests durchgeführt, um i) ein Bild der alltäglichen Interaktion der Zielgruppe mit verschiedenen Geräten und ii) ein Gefühl für das Potential von zusätzlichen Interaktionsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Verwendung durch Menschen mit

<sup>3</sup> <http://www.diakoniewerk-oberoesterreich.at/>, zuletzt abgerufen am 16.06.2015

<sup>4</sup> <http://www.diakoniewerk-oberoesterreich.at/de/werkstaette-hagenberg-behindertenarbeit/>, zuletzt abgerufen am 16.06.2015

Beeinträchtigung zu bekommen. Aufgenommen wurde dabei mit welchen Hilfsmitteln gearbeitet wird (z.B. eine größere Tastatur, ein Joystick oder Hardware-Taster) und welche Herausforderungen sich bzgl. der herkömmlichen Computer-Bedienung mittels Maus und Tastatur stellen. Bei diesen einleitenden Tests wurden nicht-funktionale Prototypen (z.B. Papierprototypen) verwendet. So wurde beispielsweise mit Hilfe einer Kartonschachtel in passender Größe deren Seiten die Testpersonen berühren mussten, der maximal mögliche Greifraum erhoben (dies diente als Vorbereitung für die Umsetzung von berührungsloser Interaktion (siehe „4.1. Berührungslose Interaktion mittels Leap Motion“ auf Seite 48)). „Abbildung 2. Ergebnisse eines Benutzertests bei dem vier Personen (P1-P4) gebeten wurden ihre Finger einzeln auszustrecken (Neumayr, Kern, Augstein, Kurschl, & Altmann, 2015b). P1 konnte beispielsweise alle Finger der linken Hand aber keinen der rechten Hand einzeln ausstrecken.“ auf Seite 47 zeigt die Ergebnisse eines Tests bei dem festgestellt wurde, ob bzw. wie gut die Personen einzelne Finger austrecken können. Dies wurde für alle Finger beider Hände jeweils getestet und diente als Information für die Vorauswahl geeigneter Interaktionsmethoden. Im Anschluss an die einleitenden Tests wurden die ersten Interaktionsmethoden für die Implementierung von Prototypen ausgewählt (siehe „4. Interaktionsmethoden“ auf Seite 48). Diese Prototypen wurden in mehreren Phasen der Entwicklung wiederholt in der Medien-gruppe und EDV-Werkstätte getestet und weiter verbessert. Diese Evaluierungsphase hatte allerdings nicht ausschließlich das Einholen von Feedback und darauf basierend, die Verbesserung der Prototypen zum Ziel sondern auch eine Identifikation der Schlüsselfaktoren der Mensch-Maschine-Interaktion die für die allgemeine Diversität bei der Bedienung maßgeblich verantwortlich sind.

**Abbildung 2. Ergebnisse eines Benutzertests bei dem vier Personen (P1-P4) gebeten wurden ihre Finger einzeln auszustrecken (Neumayr, Kern, Augstein, Kurschl, & Altmann, 2015b). P1 konnte beispielsweise alle Finger der linken Hand aber keinen der rechten Hand einzeln ausstrecken.**



Diese Information wurde als Basis für die Auswahl von Eigenschaften herangezogen die in das Benutzermodell (siehe „5. Benutzermodellierung“ auf Seite 53) aufgenommen werden sollten (z.B. der maximale ausübbarer physische Druck oder die Präzision beim Verfolgen einer Linie mit der Hand). Auch das erstellte Benutzermodell wurde auf Basis von Testergebnissen wiederholt überarbeitet, ebenso wurden nach Erstellung des Basis-Benutzermodells („Vorlage“ bzw. „Schablone“ für die jeweils individuellen Modelle der BenutzerInnen) wiederholt die Interaktionsprototypen getestet. Der letzte Schritt im Entwicklungsprozess ist die Individualisierung durch Adaptivität (wie in „2. Adaptivität zur Unterstützung von Inklusion“ auf Seite 44 beschrieben). Auch hier wird der interaktive, Benutzer-zentrierte Ansatz weiterverfolgt – das adaptive Systemverhalten erfordert ebenfalls wiederholte Evaluation mit und durch BenutzerInnen.

## 4. Interaktionsmethoden

Um Barrieren abzubauen verfolgt IAAA den Ansatz, ausschließlich kostengünstige Hardware und Interaktions-Hilfsmittel zu verwenden. Dabei wird durchaus auf neuartige, innovative Ideen und Produkte gesetzt. Das entwickelte Software-Framework kann beliebig um neue Geräte und Ansätze erweitert werden, nachfolgend beschrieben werden exemplarisch zwei Kategorien von Interaktionsmöglichkeiten die bereits implementiert und evaluiert wurden. Diese wurden auf Basis vorangegangener Benutzertests (siehe „3. Benutzer-zentrierte Entwicklung“ auf Seite 45) ausgewählt im Rahmen derer erhoben wurde, ob die Geräte und Interaktionsmethoden für die Testpersonen grundsätzlich ausreichend geeignet sind.

### 4.1. Berührungslose Interaktion mittels Leap Motion

Hat Touch-basierte Bedienung in den vergangenen Jahren durch die viel genutzten Smartphones und Tablets zunehmend an Bedeutung gewonnen und die herkömmliche Bedienung mittels Maus und Tastatur teilweise ersetzt, entwickelte sich in jüngerer Vergangenheit (v.a. im Bereich der Spielekonsolen) ein weiterer Ansatz – der der berührungslosen Interaktion. Dabei wird ein Gerät durch, mit dem gesamten Körper oder einzelnen Händen durchgeführte, Gesten gesteuert. Ein Ziel des Projektes war es, die Benutzbarkeit von berührungsloser Interaktion sowie deren Individualisierung für Menschen mit Beeinträchtigung zu evaluieren. Auf dem Markt im angestrebten Preissegment existieren unterschiedliche Hardwarelösungen, wie z.B. Microsoft Kinect für Windows<sup>5</sup> oder der Leap Motion Controller<sup>6</sup>. Erstere wird mittels Bewegung des gesamten Körpers gesteuert, zweiterer durch Gesten der Hände. Handbewegungen zur Steuerung sind auch bei Kinect möglich, werden aber weniger feingranular analysiert. Da Menschen mit Beeinträchtigung häufig an den Rollstuhl gebunden sind, weshalb eine Interaktion mit dem gesamten Körper nicht möglich ist (und der Rollstuhl die fehlerfreie Erkennung und Auswertung der einzelnen Körperteile und deren Gesten erschweren kann), wurde hier Leap Motion präferiert. Der Leap Motion Controller ist ein handliches Gerät das mittels USB an den herkömmlichen Computer angeschlossen wird. Wie in (Augstein & Kurschl, 2014) und (Kurschl, Augstein, Burger, & Pointner, 2014) beschrieben, wurde eine Anwendung entwickelt, mit

<sup>5</sup> <https://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>, zuletzt abgerufen am 16.06.2015

<sup>6</sup> <https://www.leapmotion.com/>, zuletzt abgerufen am 16.06.2015



Hilfen analysiert werden kann, ob und wie eine Person mittels berührungsloser Gesten den Computer bedienen kann. Hierfür wurden drei Testfälle entwickelt, die die wesentlichsten Interaktionen abdecken sollten. In Testfall 1 („DrawLine“) muss der/die BenutzerIn mit einem Finger oder der gesamten Hand (das System verwendet das vorderste Gelenk innerhalb des erkennbaren Greifraums – so wird sichergestellt, dass auch eine Person, die z.B. nicht die Finger ausstrecken, die Hand aber grundsätzlich bewegen kann, mit dem System interagieren kann) eine auf einem Computerdisplay vorgezeichnete Linie nachfahren (siehe auch „Abbildung 3. Berührungslose Interaktion mit dem Leap Motion Controller, DrawLine Test.“ auf Seite 49). Dadurch wird überprüft, ob die Person vordefinierte berührungslose Gesten tätigen kann und welche. Um feingranulare Informationen zu erhalten, bietet der Testfall 10 unterschiedliche Levels (hierbei werden verschiedene Gesten simuliert, z.B. Bewegung von rechts nach links, von oben nach unten oder Kombinationen davon sowie komplexere Gesten).

**Abbildung 3. Berührungslose Interaktion mit dem Leap Motion Controller, DrawLine Test.**



© IAAA Team

Berechnet wird für jedes Level und jede/r BenutzerIn die durchschnittliche Abweichung von der Ideallinie (Distanz zwischen vorgegebener Linie und der des/der BenutzerIn zu jedem Zeitpunkt der Messung) sowie die Fläche zwischen den Linien. In Testfall 2 („Seesaw“), muss der/die BenutzerIn einen (digitalen) Ball auf einer auf dem Display gezeigten Wippe balancieren. Hier wird die Interaktion mit zwei Händen abgefragt – die Wippe wird mit beiden Händen im Gleichgewicht gehalten. Die Aufgabe ist es, den Ball 20 Sekunden auf der Wippe zu balancieren. Drei unterschiedliche Levels werden angeboten, der Schwierigkeitsgrad ergibt sich dabei durch das Maß an Beweglichkeit der Wippe sowie die Reaktionsgeschwindigkeit und Größe des Balls. Testfall 3 („WipeAway“) zeigt auf dem Bildschirm eine mit einer Farbe flächendeckend überzogene Fotografie. Die Aufgabe besteht nun darin, über Wischbewegungen in der Luft die Fläche freizulegen, sodass das Bild zum Vorschein kommt. Dadurch soll der für den/die BenutzerIn mögliche Greifraum identifiziert werden.

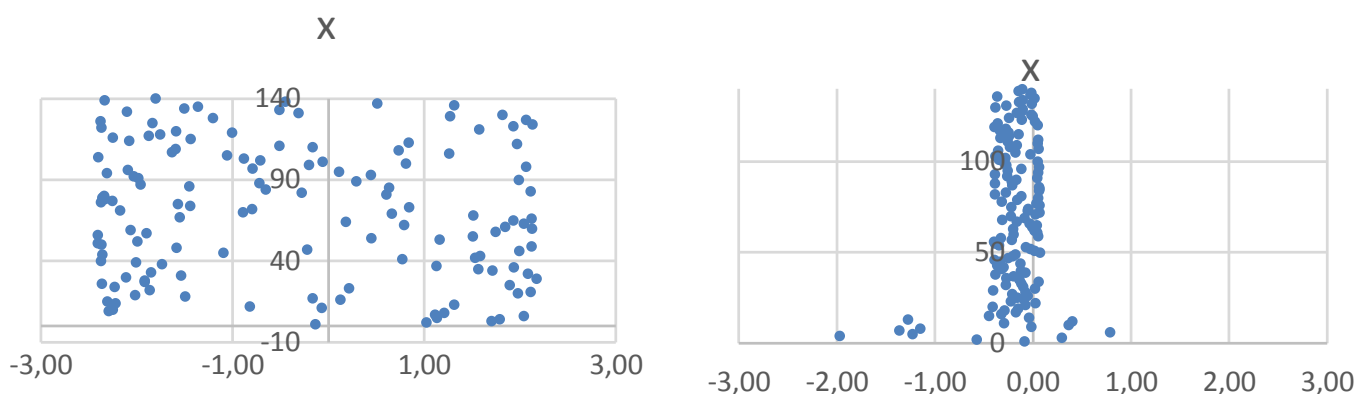
#### **4.2. Interaktion mittels physischem Druck**

Die Idee der Druck-basierten Interaktion mit Smartphones für Menschen mit Beeinträchtigung resultiert aus den anfänglichen Benutzertests (siehe „3. Benutzer-zentrierte Entwicklung“ auf Seite 45). Es wurde hierbei beobachtet, dass bei Personen mit stark eingeschränktem horizontalem Greifraum (dies kann auch für die Bedienung von vergleichsweise kleinen Displays wie jenen von Smartphones eine Barriere sein) häufig die Bewegung entlang der vertikalen Achse weit besser kontrolliert werden konnte. So entstand die Überlegung, dass für die Bedienung von Geräten nötige Interaktionen wie z.B. Tab und Doppel-Tap durch die Ausübung von unterschiedlich starkem Druck ersetzt werden könnten (dies ließe sich auch z.B. auf Klick und Doppelklick bei der Bedienung mit Maus und Tastatur übertragen). Die von den meisten aktuellen Touch-Geräten genutzten kapazitiven Displays können nicht zwischen unterschiedlichen Druckstärken unterscheiden. Des Weiteren ist damit nur eine Berührungserkennung möglich, wenn die Berührung mit dem Finger oder einem kapazitiven Stift erfolgt. In IAAA wurden daher vier unterschiedliche Ansätze implementiert und getestet, die Druckmessung bei kapazitiven Displays ermöglichen. Die ersten entsprechenden Benutzertests verfolgten u.a. auch das Ziel zu identifizieren ob und wie die Bedienung mittels physischem Druck für die Testpersonen geeignet sein kann. Hierfür wurden zwei Testfälle entwickelt. In Testfall 1 soll der maximale, von einer Person ausübbarer, physischer Druck erhoben werden. Der/die BenutzerIn erhält die Aufgabe, so kräftig als möglich zu drücken. Das Gerät zeigt hierbei mittels eines vertikalen Balkens die Stärke des aktuell ausgeübten Druckes an (die maximale Stärke auf der verwendeten Skala wurde in einem Vortest mit Personen ohne bekannte Beeinträchtigung ermittelt) um visuelles Feedback zu geben. In Testfall 2 werden auf dem Display neben dem Balken zwei horizontale Linien angezeigt die einen Druckstärkenbereich vorgeben. Der Balken färbt sich grün wenn der Druck im korrekten Bereich ist. Dieser Test wird mehrmals wiederholt (mit einer, zwei und drei unterschiedlichen Druckstufen). Ermittelt wird also neben dem für die Person möglichen maximalen Druck, wie viele unterschiedliche Druckstufen für diese Person möglich sind.

#### 4.2.1. Druckmessung mittels Vibrationsabsorption

Dieser Ansatz (basierend auf (Hwang, Bianchi, & Wohn, 2013)) nutzt den integrierten Beschleunigungssensor des Gerätes. Für die Interaktion wird der Vibrationsmotor des Gerätes auf höchster Stufe aktiviert, die vom Sensor gelieferten Daten werden als Basis für die Erkennung der Druckstärke genutzt. Der Beschleunigungssensor liefert für jede Zeiteinheit Werte für die drei Koordinaten X, Y und Z – diese werden von der Anwendung vor der Weiterverarbeitung normalisiert und geglättet. Die euklidische Distanz zwischen den Koordinaten, gemessen zu zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten wird aufsummiert – je niedriger diese Werte sind desto höher ist der ausgeübte Druck. „Abbildung 4. Der Wert der X-Koordinate wird vom Beschleunigungssensor des Gerätes bereit gestellt, links ohne Ausübung von physischem Druck, rechts bei Druckausübung.“ auf Seite 51 zeigt das Verhalten exemplarisch anhand der X-Koordinaten.

**Abbildung 4. Der Wert der X-Koordinate wird vom Beschleunigungssensor des Gerätes bereit gestellt, links ohne Ausübung von physischem Druck, rechts bei Druckausübung.**



Liegt das Gerät ohne Berührung auf einem Tisch unterscheiden sich die Werte drastisch von denen bei Druckausübung. Dieser Ansatz wurde bereits in den ersten Tests mit dem Prototypen von den ProbandInnen sehr gut angenommen – als Vorteil erwies sich dabei, dass der Druck beliebig auf dem gesamten Display ausgeübt werden kann (es muss kein bestimmter Druckpunkt getroffen werden).

#### 4.2.2. Druckmessung mittels Magnetfeldanalyse

Dieser Ansatz (basierend auf (Hwang, Bianchi, Ahn, & Wohn, 2013)) beruht auf der Analyse des Magnetfelds um das Smartphone. Dabei wird ein Magnet mittels eines beliebigen Hilfsmittels auf der vertikalen Achse bewegt. Ist der Magnet nahe am Smartphone, entspricht das hohem Druck, während eine größere Entfernung mit niedrigerem Druck gleichzusetzen ist. Für die Analyse wird der in der Regel in jedem modernen Smartphone eingebaute Magnetfeldsensor genutzt (dieser wird z.B. von Kompassanwendungen benötigt). Um die Bewegung des Magneten mit Druck zu verbinden, wird dieser in ein passendes Interaktionsgerät integriert. In ersten Tests wurde hierfür ein eigens gebauter Stift verwendet. Dabei wurde der Magnet auf der Druckfeder eines Kugelschreibers platziert, sodass er bei Druckausübung von oben

näher an das Smartphone bewegt wurde. Die (weiche) Stiftspitze wurde auf einem vorgegebenen Punkt am Display platziert. Obwohl diese Eingabevariante technisch einwandfrei funktionierte wurde sie für die weiteren Schritte im IAAA Projekt durch eine andere ersetzt. Der Stift war erstens für viele Personen nicht einfach, ohne dabei die Position gravierend zu ändern, in der Hand zu halten. Zweitens war es für viele der Testpersonen auch schwierig, den Stift gleichzeitig in Position zu halten und gezielt Druck darauf auszuüben. Insgesamt entstand bei den Tests der Eindruck, dass die Fläche auf die Druck ausgeübt werden muss in dieser Konfiguration für die ProbandInnen viel zu klein war. Aus diesem Grund wurde der Stift durch einen herkömmlichen Locher ersetzt (siehe „Abbildung 5. Der Locher als Bedienelement für den Magnetfeld-basierten Druckanalyseansatz.“ auf Seite 52). Dieser bietet eine größere Druckfläche, muss nicht eigens gehalten sondern kann in der Nähe des Telefons auf dem Tisch positioniert werden und ist insgesamt leichter zu bedienen. Der Magnet wird vorne an der Unterseite des Druckhebels befestigt. Die Position des Magneten und damit des Lochers (relativ zur Position des Smartphones) sollte sich allerdings während der Interaktion nicht ändern, da dies zu einer Änderung der Magnetfeldwerte führt. Zu beachten ist bei dem Magnetfeldansatz außerdem, dass vor der Interaktion eine Analyse des initialen Magnetfelds der Umgebung stattfinden muss da dieses durch andere Magneten oder elektrische Geräte beeinflusst wird.

**Abbildung 5. Der Locher als Bedienelement für den Magnetfeld-basierten Druckanalyseansatz.**



© IAAA Team



#### 4.2.3. Druckmessung mittels Tonanalyse

Dieser Ansatz (basierend auf (Hwang & Wohn, 2012)), beruht auf Tonanalyse. Die für das Smartphone entwickelte Anwendung gibt einen Dauerton einer bestimmten Frequenz aus und analysiert diesen Ton unter Verwendung des eingebauten Mikrofons. Physischer Druck wird hier auf das Mikrofon ausgeübt (stärkerer Druck führt zu einer besseren Abdeckung des Mikrofons, dies wiederum beeinflusst den aufgenommenen Ton, was die Erkennung des Druckes ermöglicht). Getestet wurde der Ansatz mit unterschiedlichen Frequenzen. Diese sollten i) hoch genug um zumindest von vielen Personen nicht gehört werden zu können (die höchste wahrnehmbare Frequenz variiert von Person zu Person), und ii) tief genug um durch das Gerät zuverlässig erkannt zu werden, sein. Letzteres stellte dabei eine besondere Herausforderung dar weil die vom Gerät verarbeitbare Frequenz ebenfalls variabel ist. Beispielsweise wurde zu Beginn ein Tablet (Acer Iconia Tab A510) getestet dessen höchste verarbeitbare Frequenz bei ca. 10.000 Hz lag, wohingegen ein getestetes Smartphone (Samsung Galaxy S4 mini) bis zu 14.500 Hz erkennen konnte. Die in den Benutzertests verwendete Anwendung (siehe „6.2. Interaktion mittels Druck“ auf Seite 57) arbeitet mit 14.000 Hz. Wie später im Detail beschrieben, eignet sich dieser Ansatz nur bedingt für den Einsatz im gewünschten Kontext. Die Abdeckung des Mikrofons erfordert zum einen eine relativ präzise Fingermotorik, zum anderen befindet sich das Mikrofon häufig an der Seite des Smartphones sodass das Gerät in einer Hand gehalten werden muss um mit der anderen das Mikrofon abzudecken. Das ist für die Zielgruppe häufig nicht möglich, daher wurde dieser Ansatz nach den Benutzertests dessen Ergebnisse in 6.2 noch kurz angeführt sind, nicht mehr weiterverfolgt.

#### 4.2.4. Android-eigene Druckpunktanalyse

Dieser Ansatz nutzt die von Android standardmäßig bereitgestellte Möglichkeit, die Größe des Druckpunktes zu ermitteln (mittels der Methoden `getPressure` und `getSize`). Dem Ansatz liegt die Annahme, dass stärkerer Druck mit dem Finger zu einer Vergrößerung des Druckpunktes führt, zugrunde. Aufgrund der Tatsache, dass die von den Methoden gelieferten Werte stark von Gerät und Displaytyp abhängig sind, ist dieser Ansatz problematisch. Für das in anfänglichen Tests verwendete Samsung Galaxy S4 mini waren die Ergebnisse vielversprechend, für andere Geräte hingegen wird Android-intern nur zwischen Druck bzw. keinem Druck (d.h. statt einer Fließkommazahl wird 0 oder 1 geliefert) unterschieden, was für diesen Ansatz nicht brauchbar ist. Da das System auf das verwendete Gerät (inkl. Display) keinen Einfluss hat, wurde der Ansatz bereits in einer frühen Phase verworfen (aus diesem Grund wird in „6.2. Interaktion mittels Druck“ auf Seite 57 nicht mehr darauf eingegangen).

## 5. Benutzermodellierung

Um basierend auf der Interaktion des/der BenutzerIn und deren Analyse später die Interaktionsart und Benutzerschnittstelle individuell automatisch adaptieren zu können, müssen die Präferenzen, Fähigkeiten und Beeinträchtigungen des/der BenutzerIn hinsichtlich der Interaktion in einem Modell festgehalten werden. Der Prozess der Benutzermodellierung ist mit dem der Adaption eng verknüpft – Benutzermodellierung erfolgt nicht ausschließlich zu Beginn der Interaktion eines/einer BenutzerIn mit einem System sondern laufend. Dies liegt unter anderem daran, dass sich Benutzereigenschaften laufend ändern können (z.B.



durch Erlernen einer neuen Fähigkeit, gewonnene Routine, oder verringertes oder verstärktes Training). Laut der Erfahrungen der an IAAA beteiligten BetreuerInnen von Menschen mit Beeinträchtigung ändern sich die Interaktionsmöglichkeiten oft mehrmals innerhalb einer Woche (so sind sie beispielsweise am Ende der Arbeitswoche oft besser als zu Beginn, weil am Wochenende die nötigen Bewegungen weniger oft ausgeführt werden). Das System soll sich diesen Gegebenheiten anpassen können, ohne dass explizit organisierte weitere Tests nötig sind. Ein Benutzermodell wird daher laufend aktualisiert. Das IAAA Benutzermodell ist als relationale Datenbank umgesetzt und enthält alle Informationen die mit den Interaktionsmöglichkeiten des/der jeweiligen BenutzerIn zusammenhängen. Hierbei wird zwischen allgemeinen sowie konkreten Informationen, so genannten „Features“ unterschieden. Die Werte für alle Features werden automatisch vom System auf Basis der Benutzerinteraktion berechnet und aktuell gehalten. Konkrete Features sind an konkrete Testfälle (siehe „4. Interaktionsmethoden“ auf Seite 48) gebunden, während allgemeine Features versuchen, auf einem höheren Level die Interaktionsmöglichkeit zu beschreiben. Allgemeine Features dienen so auch dazu, Gerätekonstellationen für einen Benutzer vergleichbar zu machen, was wiederum als Basis für die Empfehlung eines Gerätes und/oder einer Interaktionsmethode für eine Person dienen kann. Allgemeine Features berechnen sich automatisch auf Basis konkreter, die sich wiederum aus den sehr feingranularen Interaktionsdaten der BenutzerInnen berechnen. Am Beispiel der Druckinteraktion beschrieben, wird unter Interaktionsdaten die Aufzeichnung der Werte für X,Y und Z-Koordinate des Beschleunigungssensors verstanden, ein darauf beruhendes konkretes Feature ist der maximale Druck, ein allgemeines Feature könnte die Präzision bei der Interaktion mit dem Druck-basierten Ansatz sein. Da die Interaktionsdaten für unterschiedliche Tests unterschiedliche Informationen beinhalten und unterschiedlich aufgebaut sind, sowie aufgrund ihrer großen Menge, werden diese nicht in das relationale Modell überführt sondern unstrukturiert gespeichert – eine zusätzliche Informationsdatei im JSON-Format beinhaltet Metainformationen die den Zugriff auf einzelne Werte in einem Datensatz ermöglichen. Das in IAAA entwickelte Datenmodell ist einfach erweiterbar und ermöglicht daher eine problemlose Ergänzung um neue Interaktionsmethoden und Geräte (siehe Ausblick in „7. Zusammenfassung und Ausblick“ auf Seite 59). Das Benutzermodellierungs-Framework ist in .NET-Technologie implementiert.

## 6. Benutzertests und Ergebnisse

Wie in „3. Benutzer-zentrierte Entwicklung“ auf Seite 45 erläutert, besteht ein großer Teil der Aktivitäten in IAAA aus wiederholten Tests mit BenutzerInnen, wobei das Projekt durch das Diakoniewerk Gallneukirchen und die dort beschäftigten Personen unterstützt wird. Dieser Abschnitt beschreibt die Ergebnisse einer der Testphasen im Projekt für berührungslose Interaktion und die unterschiedlichen Ansätze der Druck-basierten Interaktion.

### 6.1. Berührungslose Interaktion

Die hier beschriebenen Tests fanden in der EDV-Werkstätte Hagenberg statt. Fünf Personen mit Tetraplegie P1-P5 (4 männlich, 1 weiblich) beteiligten sich an den Tests. Zwei BeraterInnen der Firma LIFEtool<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://www.lifetool.at>, zuletzt abgerufen am 22.06.2015

(R1-R2) nahmen ebenfalls teil um Referenzwerte zu liefern. Die BenutzerInnen erhielten die drei in „4.1. Berührungslose Interaktion mittels Leap Motion“ auf Seite 48 beschriebenen Aufgaben. Ziel war eine genauere Analyse des DrawLineTest, sowie ein Vortest von SeesawTest und WipeAwayTest (hier ging es vorrangig um die allgemeine Benutzerbarkeit für die Zielgruppe). Alle drei Testfälle wurden auch mit einer größeren Anzahl an Nicht-Zielgruppen-BenutzerInnen (103 Personen ohne bekannte Beeinträchtigung) getestet um Usability-Probleme feststellen zu können (Augstein & Kurschl, 2014). Hier beschrieben wird im Überblick die Auswertung des DrawLineTest mit beiden konkreten Features der i) durchschnittlichen Distanz zwischen der vorgegebenen Linie und der des/der BenutzerIn und ii) der Fläche zwischen der vorgegebenen Linie und der des/der BenutzerIn. „Tabelle 1. Durchschnittliche Distanz zur vorgegebenen Linie für fünf Personen mit Beeinträchtigung (P1-P5) und zwei BeraterInnen (R1-R2), gemessen in % des für das Gerät erkennbaren Bereichs (Augstein & Kurschl, 2014).“ auf Seite 55 und „Tabelle 2. Berechnete Fläche zwischen der vorgegebenen Linie und der von der jeweiligen Person gezeichneten, gemessen in % des vom Gerät erkennbaren Bereichs. (Augstein & Kurschl, 2014).“ auf Seite 55 zeigen die Ergebnisse für die 10 unterschiedlichen Levels (L0-L9) des DrawLineTest. Die mit N/A markierten Werte wurden aufgrund eines mittlerweile behobenen technischen Problems nicht korrekt aufgezeichnet.

**Tabelle 1. Durchschnittliche Distanz zur vorgegebenen Linie für fünf Personen mit Beeinträchtigung (P1-P5) und zwei BeraterInnen (R1-R2), gemessen in % des für das Gerät erkennbaren Bereichs (Augstein & Kurschl, 2014).**

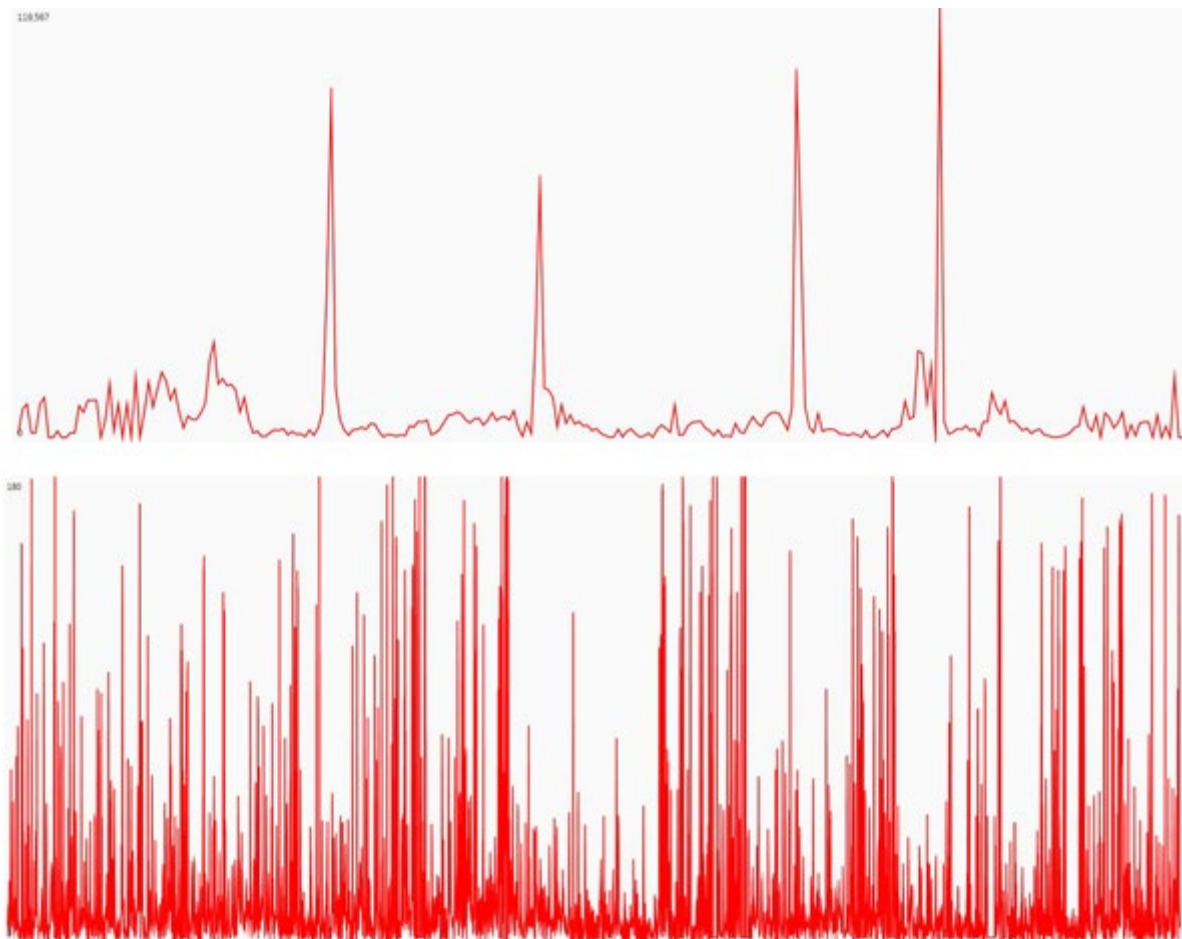
	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
<b>P1</b>	0.038	<b>0.367</b>	0.169	<b>0.314</b>	<b>0.247</b>	<b>0.183</b>	<b>0.293</b>	0.176	<b>0.183</b>	0.412
<b>P2</b>	0.091	0.127	<b>0.260</b>	0.164	N/A	0.134	0.209	0.278	0.150	0.330
<b>P3</b>	0.057	0.036	0.030	0.026	0.126	N/A	0.028	0.036	0.132	0.270
<b>P4</b>	<b>0.116</b>	0.108	0.116	0.038	0.098	0.124	0.282	0.119	0.062	0.366
<b>P5</b>	0.050	0.161	0.097	0.029	N/A	0.154	0.156	<b>0.360</b>	0.123	<b>0.460</b>
<b>R1</b>	<i>0.022</i>	<i>0.018</i>	<i>0.021</i>	<i>0.019</i>	N/A	<i>0.112</i>	0.028	<i>0.084</i>	<i>0.027</i>	<i>0.269</i>
<b>R2</b>	<i>0.019</i>	<i>0.014</i>	<i>0.011</i>	<i>0.009</i>	N/A	<i>0.125</i>	0.024	0.030	<i>0.025</i>	<i>0.348</i>

**Tabelle 2. Berechnete Fläche zwischen der vorgegebenen Linie und der von der jeweiligen Person gezeichneten, gemessen in % des vom Gerät erkennbaren Bereichs. (Augstein & Kurschl, 2014).**

	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
<b>P1</b>	0.011	<b>3.135</b>	<b>2.734</b>	<b>12.593</b>	<b>1.985</b>	<b>5.036</b>	13.033	<b>8.473</b>	<b>5.084</b>	7.731
<b>P2</b>	0.072	0.095	1.656	0.549	N/A	2.079	4.602	2.980	1.793	0.435
<b>P3</b>	0.045	0.027	0.012	0.016	0.112	N/A	0.043	0.071	2.357	3.182
<b>P4</b>	<b>0.412</b>	2.358	1.120	N/A	0.238	8.737	<b>18.936</b>	1.391	N/A	1.641
<b>P5</b>	0.003	0.406	0.316	0.046	N/A	0.728	2.384	6.211	1.542	<b>8.118</b>
<b>R1</b>	<i>0.012</i>	<i>0.016</i>	<i>0.007</i>	<i>0.173</i>	N/A	<i>0.023</i>	0.009	<i>0.398</i>	<i>0.059</i>	<i>0.230</i>
<b>R2</b>	<i>0.006</i>	<i>0.019</i>	N/A	N/A	N/A	<i>0.002</i>	0.031	<i>0.005</i>	<i>0.060</i>	<i>1.430</i>

Grundsätzlich gilt – je niedriger die Werte desto besser. Wie in den Tabellen ersichtlich, variieren die Ergebnisse stark, einige ProbandInnen konnten durchaus Werte im Bereich derer der Referenzpersonen erzielen. Weichen die Werte stark ab (wie das Ergebnis von P1 in L6 im Vergleich zu R1 bzw. R2), sollte die Interaktionsart auf dem genannten Level zum aktuellen Zeitpunkt nicht vom System präferiert werden. Berührungslose Interaktion im Allgemeinen ist auch für P1 denkbar (z.B. in der Art die in L0 abgefragt wurde). Die beiden verwendeten konkreten Features sind nicht unabhängig sondern korrelieren; verwendet wurden deshalb beide weil ein Feature alleine durchaus zu Fehlinterpretationen führen könnte; z.B. kann ein starker Tremor, v.a. wenn die Bewegung entlang der vertikalen Achse stattfindet, zu einer starken Abweichung von der Ideallinie führen. Dies kann sich unter Umständen aber nur gering auf die Fläche zwischen den Linien auswirken; in diesem Fall würde die mittlere Distanz das Problem dennoch identifizieren. Tremor kann grundsätzlich gut durch die Auswertung der über den Leap Motion Controller gemessenen Positionswerte identifiziert und für die Interaktion entsprechend berücksichtigt werden. „Abbildung 6. Der über Leap Motion aufgezeichnete Tremor zweier Personen (oben ohne, unten mit signifikantem Zittern) (Augstein & Kurschl, 2014).“ auf Seite 56 zeigt die Werte der Y-Koordinate der Position des vordersten Handteils (Finger) für eine Person ohne (oben) und eine Person mit (unten) starkem Tremor.

**Abbildung 6. Der über Leap Motion aufgezeichnete Tremor zweier Personen (oben ohne, unten mit signifikantem Zittern) (Augstein & Kurschl, 2014).**



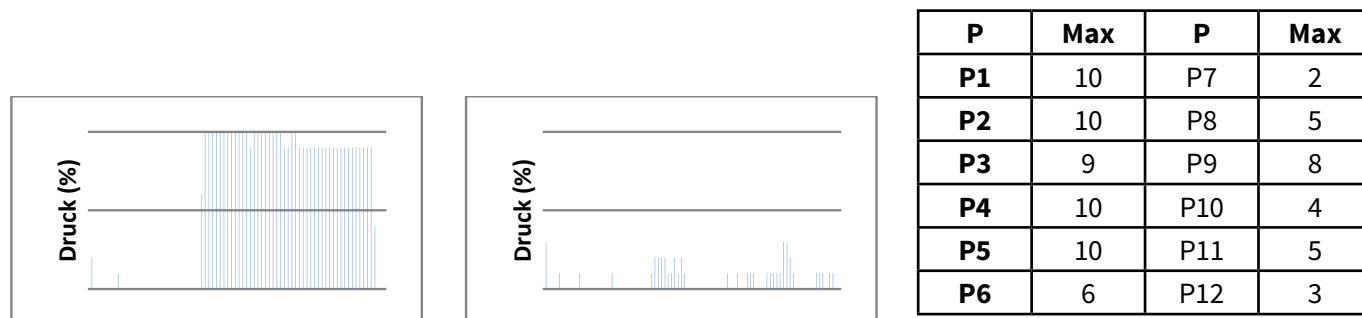
Festgehalten werden kann auf Basis der Tests, dass berührungslose Interaktion mittels Leap Motion durchaus für Menschen mit Beeinträchtigung geeignet sein kann, allerdings nur sofern diese individuell auf den Menschen abgestimmt wird (z.B. Gesten nur bis zu einem bestimmten Komplexitätsgrad).

## 6.2. Interaktion mittels Druck

Die hier beschriebenen Benutzertests fanden in der Mediengruppe des Diakoniewerks Gallneukirchen und der EDV-Werkstätte Hagenberg statt. Sechs Personen P1-P6 der Mediengruppe (2 männlich, 4 weiblich, 22-47 Jahre) mit unterschiedlichen Beeinträchtigungen (Spasmen, Trisomie21, Spina Bifida, Entwicklungsverzögerungen) und sechs Personen P7-P12 (2 weiblich, 4 männlich, 21-50 Jahre) der EDV-Werkstätte nahmen an den Tests teil. Die Beeinträchtigungen von P7-P12 umfassten Zerebralparese, Tetraplegie, Hydrozephalus und Sprachstörungen. Die insgesamt zwölf Personen waren auch in Bezug auf ihre Interaktionsmöglichkeiten hochgradig divers, was für die IAAA Prototypen ein ideales Testszenario darstellt. Die Tests dauerten 5 bis 10 Minuten pro Person, Instruktionen wurden laufend erteilt. Getestet wurden die drei in „4.2. Interaktion mittels physischem Druck“ auf Seite 50 beschriebenen Testfälle.

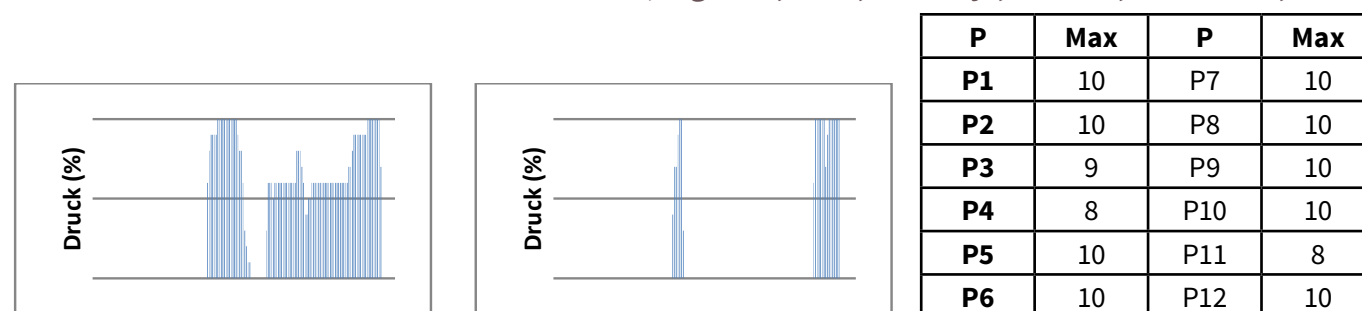
Beim **Vibrationsabsorptionstest** wurden die TeilnehmerInnen gebeten, mit Fingern oder Händen Druck auf ein Smartphone auszuüben. Da die meisten TeilnehmerInnen das Smartphone nicht ohne Hilfe halten und gleichzeitig kontrolliert Druck darauf ausüben konnten, wurde es in den meisten Fällen auf dem Schreibtisch liegend platziert. Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten Personen im ersten Test (P1-P6) relativ hohen Druck ausüben konnten, wohingegen von den Personen im zweiten Test (P7-P12) keine das maximal erkennbare Drucklevel (in „Abbildung 7. Von P4 (links) und P12 (Mitte) ausgeübter Druck (Vibrationsabsorptionsansatz). Die Y-Achse zeigt den maximalen von der App gemessenen Druck. Rechts: maximales Drucklevel aller TeilnehmerInnen. (Augstein, Kern, Neumayr, Kurschl, & Altmann, 2015)“ auf Seite 58 als Level 10 dargestellt) erreichte, was u.a. an den unterschiedlichen Beeinträchtigungen der Personen lag; während z.B. P4 die Aufgabe mit beiden Händen bewältigen konnte, konnte P12 dafür nur einen Finger einsetzen. „Abbildung 7. Von P4 (links) und P12 (Mitte) ausgeübter Druck (Vibrationsabsorptionsansatz). Die Y-Achse zeigt den maximalen von der App gemessenen Druck. Rechts: maximales Drucklevel aller TeilnehmerInnen. (Augstein, Kern, Neumayr, Kurschl, & Altmann, 2015)“ auf Seite 58 zeigt exemplarisch die Auswertung der Interaktion der Personen P4 und P12. P4 zeigt fast durchgängig hohen Druck, während sich der von P12 ausgeübte Druck im niedrigeren Bereich bewegt.

**Abbildung 7. Von P4 (links) und P12 (Mitte) ausgeübter Druck (Vibrationsabsorptionsansatz). Die Y-Achse zeigt den maximalen von der App gemessenen Druck. Rechts: maximales Drucklevel aller TeilnehmerInnen. (Augstein, Kern, Neumayr, Kurschl, & Altmann, 2015 )**



Beim **Magnetfeldanalyseansatz** wurden die TeilnehmerInnen gebeten, Druck auf den in „4.2.2. Druckmessung mittels Magnetfeldanalyse“ auf Seite 51 beschriebenen Stift auszuüben (der ebenfalls beschriebene Locher wurde erst nach diesen Tests auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse eingeführt). Die Tests zeigten, dass verglichen mit dem Vibrationsabsorptionsansatz das maximale Drucklevel vom Großteil der TeilnehmerInnen leichter erreicht werden konnte (siehe „Abbildung 8. Von P5 (links) und P1 (Mitte) ausgeübter Druck (Magnetfeldanalyseansatz). Rechts: maximales Drucklevel aller TeilnehmerInnen. (Augstein, Kern, Neumayr, Kurschl, & Altmann, 2015)“ auf Seite 58 (rechts)). Dies wurde der Tatsache, dass die für das maximale Level aufzubringende Kraft vergleichsweise geringer war, zugeschrieben. Dennoch birgt der Ansatz die Gefahr, dass Personen mit niedrigeren fein-motorischen Möglichkeiten den Druck schlecht variieren können (d.h. es wird entweder sehr hoher bis maximaler oder gar kein Druck ausgeübt, was für die Unterscheidung von Druckstufen problematisch ist), wie exemplarisch bei P1 (Abbildung 9 (Mitte)) der Fall. Unter anderem diese Problematik führte zum Ersatz des Stiftes durch den Locher.

**Abbildung 8. Von P5 (links) und P1 (Mitte) ausgeübter Druck (Magnetfeldanalyseansatz). Rechts: maximales Drucklevel aller TeilnehmerInnen. (Augstein, Kern, Neumayr, Kurschl, & Altmann, 2015)**



Beim **Tonanalyseansatz** wurden die TeilnehmerInnen gebeten, Druck auf das Mikrofon des Smartphones auszuüben. TeilnehmerInnen mit gut ausgeprägten fein-motorischen Fähigkeiten konnten den Druck



besser ausüben und auch das maximale Drucklevel halten da es hier nötig ist, das Mikrofon präzise zu treffen. Andere TeilnehmerInnen konnten den Druck nicht konstant halten. Erschwerend hinzu kam auch, dass die meisten Personen Hilfe beim Halten des Smartphones benötigten. Zusammenfassend können folgende Erkenntnisse aus den beschriebenen Tests festgehalten werden. Mit dem **Vibrationsabsorptionsansatz** konnten die meisten TeilnehmerInnen ohne zusätzliche Hilfe (etwa um das Smartphone zu halten) arbeiten, auch ist hier vorteilhaft, dass der Druck auf das gesamte Smartphone ausgeübt werden kann. Die meisten TeilnehmerInnen konnten den Druck gut variieren, den maximalen Druck erreichten hingegen viele nicht. Der letzte Punkt ist nicht problematisch weil hier eine adaptive Lösung das Maximum ohnehin an den/die BenutzerIn anpasst. Der Ansatz wurde daher als geeignet eingestuft. Mit dem **Magnetfeldanalyseansatz** konnten diejenigen TeilnehmerInnen mit vergleichsweise gut ausgeprägter Feinmotorik außergewöhnlich gut arbeiten, für andere jedoch waren die Variation des Drucks und das (in Position) Halten des Stiftes sehr schwierig. Beiden Problemen wurde inzwischen durch den Ersatz des Stiftes durch den Locher begegnet. Eine weitere Herausforderung bei diesem Ansatz stellt die Notwendigkeit, vor der Interaktion die Anwendung zu kalibrieren, das, was zukünftig automatisch erfolgen soll – der Ansatz wird daher weiterverfolgt, was für den **Tonanalyseansatz** nicht zutrifft. Der Großteil der BenutzerInnen konnte erstens das Mikrofon nicht zuverlässig treffen, zweitens ist die höchste zuverlässig erkennbare Frequenz je Gerät verschieden und die Personen die den ausgegebenen Ton wahrnehmen konnten, empfanden ihn als unangenehm. Des Weiteren besteht die Gefahr der Beeinträchtigung der Funktionalität durch Umgebungsgeräusche.

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Artikel fasst Motivation, Ziele, Vorgehensweise und ausgewählte bisherige Ergebnisse des Forschungsprojektes IAAA zusammen. IAAA setzt auf Inklusion durch Technik-seitige automatisierte Individualisierung, was nicht nur Menschen mit Beeinträchtigung helfen sondern auch eine Unterstützung bzw. Entlastung der BetreuerInnen, die sich damit auf andere Aspekte konzentrieren können, darstellen soll. Das Projekt verfolgt Ziele entlang zweier Achsen – zum einen sollen Adaptivität und zugrundeliegende Benutzermodellierung die Individualisierung der Mensch-Maschine Interaktion ermöglichen. Zum anderen stehen auch neuartige und unkonventionelle Interaktionsarten im Fokus, die für Menschen mit Beeinträchtigung eine Alternative zu herkömmlichen, oft nur schwer oder gar nicht ohne Hilfe bedienbare Eingabemitteln bedeuten können. Es wurden daher bereits viele dieser Interaktionsarten mit der Zielgruppe evaluiert, in Bezug auf sowohl die allgemeine Verwendbarkeit als auch auf Adaptierbarkeit. Die präsentierten Ergebnisse haben bereits zu einigen neuen Ansätzen und Ideen zu zusätzlichen Interaktionsmethoden geführt. Beispielsweise wurde inzwischen das Myo Armband<sup>8</sup> mit der Zielgruppe evaluiert. Dieses Armband kann zum einen genutzt werden um dem/der BenutzerIn per Vibration Feedback zu geben, auch in Kombination mit den hier beschriebenen Ansätzen (beim Ansatz des physischen Druckes z.B. dann, wenn der Druck im korrekten oder inkorrekten Bereich ist). Zum anderen kann das

<sup>8</sup> <https://www.thalnic.com/myo/>, zuletzt abgerufen am 24.06.2015

Armband mittels des integrierten Beschleunigungssensors ein Schütteln der Hand/des Armes erkennen. Bereits getestet wurde daher mit der Zielgruppe (noch ohne entsprechenden funktionsfähigen Prototyp), ob Schütteln ein potentiell geeignetes Interaktionsmittel sein könnte. Ein weiterer Ansatz der sich zum aktuellen Zeitpunkt bereits in der Phase der prototypischen Entwicklung befindet, ist die Integration einer Smartwatch (LG G Watch R) in die Interaktion. Hier werden die für das Myo Armband angeführten Möglichkeiten getestet (und verglichen), zum anderen können möglicherweise auch durch den integrierten Pulsmesser Rückschlüsse auf das Befinden des/der BenutzerIn während der Interaktion gezogen werden. Neben den genannten Interaktionsprototypen wird aktuell das dem Gesamtsystem zugrunde liegende Framework weiterentwickelt. Die Benutzermodellierungskomponente ist bereits in einem ausgereiften Zustand, daher ist eine adaptive Anwendung die die hier präsentierten Komponenten nutzt ein nächster Schritt. Die Entwicklung erfolgt weiterhin Benutzer-zentriert und partizipativ weswegen auch in den kommenden Projektaktivitäten Tests und Studien mit Menschen mit Beeinträchtigung im Fokus stehen.

## Danksagung

Dieser Artikel ist als erweiterte Zusammenfassung der im IAAA Projekt bisher entstandenen (hier zitierten) Publikationen zu sehen. An diesen waren neben der Autorin folgende Personen beteiligt (gelistet nach Anteil): Werner Kurschl, Thomas Neumayr und Daniel Kern, Josef Altmann, Claudia Pointner und Thomas Burger. Das IAAA Projekt wird von der FH Oberösterreich gefördert und kooperiert mit LIFEtool sowie dem Diakoniewerk Gallneukirchen (EDV-Werkstätte Hagenberg und Mediengruppe). Einer der beschriebenen Prototypen wurde mit Hilfe einer Studierprojektgruppe umgesetzt, beteiligt waren folgende Studierenden: P. Geschwentner, C. Gould, B. Gruber, D. Kern, K. Liedl, B. Oberndorfer, D. L. Pham, V. Pitako, T. Puchner, G. Schnegelberger, K. Zölzer.

## Literaturverzeichnis

- Augstein, M., & Kurschl, W. (2014). Modelling Touchless Interaction for People with Special Needs. *Proceedings of the 20th Workshop on Adaptivity and User Modeling*. (S. 157-166). München.
- Augstein, M., Kern, D., Neumayr, T., Kurschl, W., & Altmann, J. (2015). Measuring Physical Pressure in Smart Phone Interaction for People with Disabilities. *Proceedings of the 21th International Workshop on Intelligent and Personalized Human-Computer Interaction, Mensch und Computer 2015 - Workshopband*. Stuttgart.
- Hwang, S., & Wohn, K. (2012). PseudoButton: Enabling Pressure-Sensitive Interaction by Repurposing Microphone on Mobile Device. *CHI12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Austin, Texas, USA.
- Hwang, S., Bianchi, A., & Wohn, K. (2013). VibPress: Estimating Pressure Input Using Vibration Absorption on Mobile Devices. *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices*. Munich, Germany.
- Hwang, S., Bianchi, A., Ahn, M., & Wohn, K. (2013). MagPen: Magnetically Driven Pen Interaction On and around Conventional Smartphones. *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices*. Munich, Germany.

- Kurschl, W., Augstein, M., Burger, T., & Pointner, C. (2014). User Modelling for People with Special Needs. *International Journal of Pervasive Computing and Communications* , 10 (3).
- Neumayr, T., Kern, D., Augstein, M., Kurschl, W., & Altmann, J. (2015a). IAAA - Interaction Analysis for Automated Adaptation. *Tagungsband 9. Forschungsforum der österreichischen Fachhochschulen*. Hagenberg.
- Neumayr, T., Kern, D., Augstein, M., Kurschl, W., & Altmann, J. (2015b). Interaction Analysis for Automated Adaptation - First Steps in the IAAA Project. *International Journal of Engineering and Technology* , 61 (2).
- Opperman, R., Rashev, R., & Kinshuk. (1997). Adaptability and Adaptivity in Learning Systems. In A. Behrooz, *Knowledge Transfer* (S. 173-179). London: Pace.



© GW St. Pölten

## **GW ST. PÖLTEN: WIR VERBINDEN MENSCHEN UND TECHNOLOGIEN**

Wir - die GW St. Pölten Integrative Betriebe GmbH, gegründet im Jahr 1981 - sind ein moderner, innovativer und zertifizierter Industriebetrieb und bieten Produkte und Dienstleistungen, nach internationalen Industrie- und Qualitätsstandards, in den Bereichen Metallbe- und -verarbeitung, allgemeine Montagen, Elektromontagen und Schaltschrankbau über Textilkonfektionierungen bis hin zu Schilder, Druck & Werbetechnik an.

Wir erfüllen Kundenerwartungen mit unseren motivierten MitarbeiterInnen, industriellen Standards, Innovationen, permanenter Weiterentwicklung von Technologien und Partnerschaften aus Wirtschaft und Wissenschaft basierend auf gesteigertem Qualitäts- und Umweltbewusstsein.

Ständige Investitionen in neue Techniken und Technologien ermöglichen ein Bestehen am Markt und die Ausweitung der Angebotspalette.

Unser Unternehmen steht für eine integrative Beschäftigungspolitik von Menschen mit Behinderung und ist somit ein wesentlicher Bestandteil der österreichischen Sozialpolitik.

Als Integrativer Betrieb beschäftigt die GW St. Pölten rund 420 MitarbeiterInnen zu Bedingungen wie in der Privatwirtschaft. Mit ergonomisch gestalteten Arbeitsplätzen (z.B. speziell entwickelte Steh- und Hebehilfen oder höhenverstellbare Tische) und Prozessen versetzen wir unsere MitarbeiterInnen, die zu 70% Menschen mit Behinderung sind, in die Lage, wirtschaftlich produktiv zu sein – in Arbeitsbereichen, die ihr persönliches Leistungspotenzial ausschöpfen.

Wir fördern unsere Beschäftigten hinsichtlich Aus- und Weiterbildung in Fach-, Methoden-, Sozial- und Führungskompetenz sowie Erfahrungsaustausch mit anderen Unternehmen.

Weiters können unsere ArbeitnehmerInnen eine vermehrte soziale Betreuung– BetriebssozialarbeiterInnen, Psychologin und Betriebsarzt im Haus – sowie das Angebot einer „Betrieblichen Gesundheitsförderung“ aus den Bereichen Ernährung, Bewegung, Gesundheit, Entspannung und Freizeitaktivitäten in Anspruch nehmen. Ziele dieser Aktivitäten sind berufliche und private Probleme zu minimieren sowie berufliche und gesellschaftliche Integration zu erleichtern, Krankheiten am Arbeitsplatz vorzubeugen, die Gesundheit zu stärken und das Wohlbefinden der MitarbeiterInnen zu verbessern.

### **Unsere Produkte und Leistungen**

Aus der modernen und vielseitigen Produktionstechnik holen wir für unsere Kunden das Bestmögliche heraus: von der auf Wunsch geplanten und präzise gefertigten Komponente bis zur elektromechanischen Baugruppe aus einer Hand.



Für namhafte Kunden, wie beispielsweise Schindler, Siemens, Kapsch, Schneider Electric, Battenfeld-Cincinnati und Knorr-Bremse werden Schaltschränke, Kabel- und Drahtsätze, Steuerungen, Thyristorstränge, Hochleistungskühlkörper, Stanz-, Biege-, Fräs-, Dreh- und Schweißteile und vieles mehr produziert.

Im Bereich Schilder, Druck & Werbetechnik beliefern wir unsere Kunden u.a. mit Fassaden- und Wandbeschriftungen, Gebäudeleitsystemen, Folierungen, Fahrzeugbeschriftungen, Werbeschildern, individualisierten Industriebeschriftungen bis hin zu Transparenten, Aufklebern und Stempel.

Unsere Betätigungsfelder umfassen u.a. auch Elektro-Mobilität, Erneuerbare Energien (Windkraft, Solarenergie, Photovoltaik, Biomasse) und LED-Technologie.

Derzeit entwickelt bzw. vertreibt die GW St. Pölten gemeinsam mit Partnerunternehmen einen Elektro-Roller, E-Bikes und Leifahräder bis hin zu Ladeinfrastrukturen und Verwahrungsmöglichkeiten.

Mit den Eigenprodukten „UCARVER“, „mi-bike“ und „mi-bike rent“ der E-Mobility-Plattform „motion innovations“ bietet die GW St. Pölten innovative Produkte „made in Austria“, TÜV geprüft und alles aus einer Hand!

Weitere Informationen: [www.gw-stpoelten.com](http://www.gw-stpoelten.com) und [www.motion-innovations.at](http://www.motion-innovations.at)

E-mail: [gw@gw-stpoelten.com](mailto:gw@gw-stpoelten.com)









**BUNDESMINISTERIUM  
FÜR ARBEIT, SOZIALES  
UND KONSUMENTENSCHUTZ**

Stubenring 1, 1010 Wien

Tel.: +43 1 711 00 - 0

[sozialministerium.at](http://sozialministerium.at)