



# Hand in



In einem Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe  
Mensch-Computer-Interaktion mit  
den Kliniken Schmieder werden Patienten  
in der virtuellen Welt behandelt

# Hand

„Wenn sie das Gefühl hatten,  
ihre gelähmte Hand  
zu bewegen, waren das sehr  
emotionale Momente für  
die Patienten.“

Rebecca Weber

Eine Lähmung überwinden können. Das schlaffe Körperteil mit dem eigenen Willen und der eigenen Kraft in Bewegung setzen. Die Kontrolle über den Körper zurückgewinnen, eine gelähmte Hand wieder vor die Augen führen und mit der anderen Hand verschränken können. Für Menschen, die nach einem Schlaganfall, einer Operation oder anderen Erkrankungen unter einer Lähmung leiden, ist dies meist der größte Wunsch. In vielen Fällen ist dieser kaum oder nur nach langjähriger Therapie zu erfüllen. Zumindest in der analogen Welt. Aber auch virtuelle Hände kann man miteinander verschränken und dabei sogar einen therapeutischen Zweck erfüllen und das motorische System der Patienten stimulieren.

Die Konstanzer Informatikerin Rebecca Weber hat sich in einem Projekt zur Mensch-Computer-Interaktion mit dem Prinzip der Spiegeltherapie auseinandergesetzt. Die Arbeitsgruppe, der auch die beiden Betreuer der Arbeit Dr. Ulrike Pfeil und Johannes Zagermann angehören, widmet sich der nutzerzentrierten Entwicklung interaktiver Systeme unter Leitung von Prof. Dr. Harald Reiterer. In einer Kooperation mit den Kliniken Schmieder hat Rebecca Weber einen Prototyp für eine virtuelle Therapie entwickelt. Die konventionelle Spiegeltherapie, die vorwiegend im ergotherapeutischen Bereich eingesetzt wird, arbeitet mit visuell-sensorischen Reizen. Patienten werden so vor einen Spiegel gesetzt, dass die erkrankte oder gelähmte Hand hinter dem Spiegel liegt und vor dem Spiegel die gesunde Hand. Wird die gesunde Hand bewegt, er-

scheint im Spiegelbild anstelle der kranken Extremität ebenfalls eine gesunde Hand.

#### Die Illusion von zwei gesunden Händen

Neurophysiologisch sollen durch die Therapie Anreize gesetzt und Stimulationen ausgelöst werden. Die Illusion von zwei gesunden Händen soll im Gehirn jene Areale aktivieren, die durch die Lähmung verkümmern. Die aktivierten Nervenzellen, sogenannte Spiegelneuronen, regen benachbarte Zellen an und helfen, Bewegungen zu merken und nachzuahmen. Durch eine Art Überlistung des Körpers wird die Spiegeltherapie als Ergänzungstherapie genutzt, um Lähmungen oder Phantomschmerzen nach Amputationen zu behandeln.

Dafür müssen Patienten bisher aber in einem genau vorgegebenen Abstand vor einem Spiegel sitzen und im richtigen Winkel auf den Spiegel sehen. Um auch nur annähernd die gewünschte Illusion herstellen zu können, sind die Bewegungsmöglichkeiten sehr eingeschränkt. Der Körper, der überlistet werden soll, sitzt relativ starr, leicht vorgebeugt vor

einem Spiegel von etwa 30 Zentimetern Höhe und Breite und versucht, sich von einem zweidimensionalen Spiegelbild täuschen zu lassen. Rebecca Weber hat im Rahmen ihrer Bachelor-Arbeit in der AG Mensch-Computer-Interaktion ein System entwickelt, in dem betroffene Patienten Übungen in einer „gemischten Realität“ dreidimensional ausführen können.

Die „Mixed Reality Mirror Box“ entführt ihre Nutzer in eine Zwischenwelt zwischen realer und rein virtueller Welt. In dieser Grauzone zwischen echter und rein computergeschaffener Welt unterscheidet die Informationswissenschaft weitere Stufen der Realitätsabbildungen: Während die Augmented Reality (AR) „übermäßig“ die Realität darstellt, der einzelne virtuelle Elemente hinzugefügt werden, liegt die Augmented Virtuality (AV) der virtuellen Welt näher, indem sie eine virtuelle Umgebung darstellt, die durch einzelne reale Elemente erweitert wird.

#### Aus der Ego-Perspektive

Rebecca Weber stuft die von ihr entwickelte „Mixed Reality Mirror Box“ in den Bereich der Augmented Virtuality ein. Die



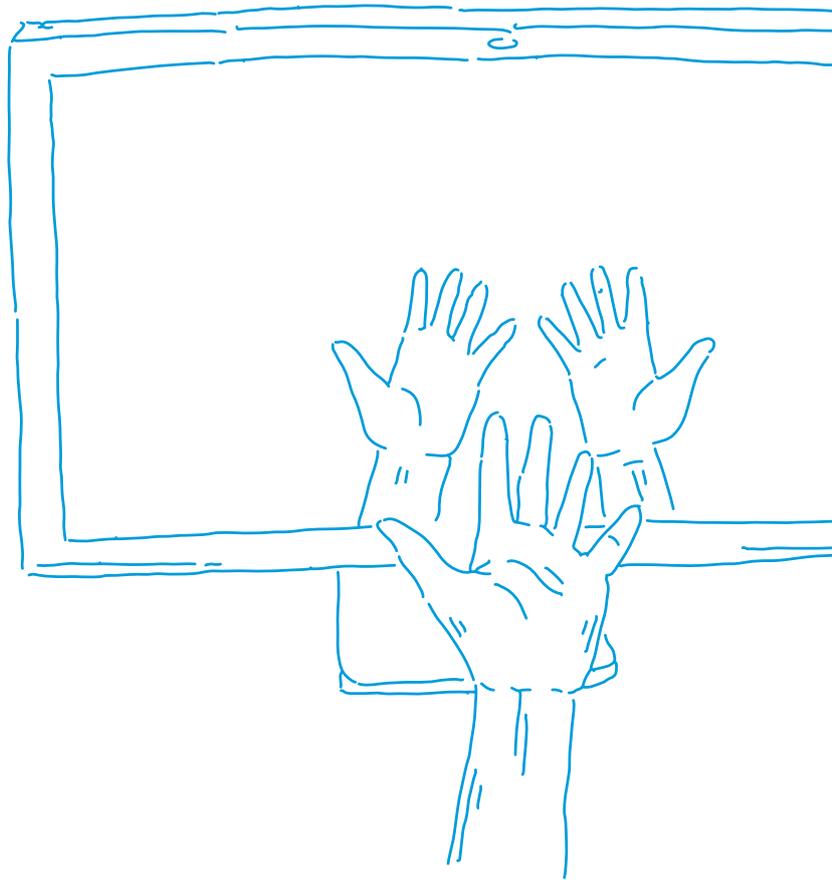
„Ohne den großen Einsatz und die geduldige Unterstützung seitens der Kliniken Schmieder wäre das Projekt nicht zu diesem Punkt gekommen.“

Rebecca Weber

Umgebung der Mirror Box ist rein virtuell, der Nutzer sieht sich durch die Virtual-Reality-Brille an einem Holztisch sitzen, vor ihm liegen seine Hände. Es ist die sogenannte Ego-Perspektive, die die Illusion herstellt, vor dem Nutzer lägen die eigenen Hände. Anhand einer Bewegungserkennung, die durch eine auf der Brille montierte Infrarotkamera ermöglicht wird, steuert die reale Hand in Echtzeit die virtuellen Abbilder der Hände. Was zu Beginn der Entwicklung noch roboterhafte Gestelle waren, sind inzwischen völlig korrekt dargestellte menschliche Hände.

Dies stellte sich als ein Aspekt heraus, der zu unerwarteten Reaktionen führte, als Rebecca Weber gemeinsam mit den Kliniken Schmieder ihre Entwicklung halbseitig gelähmten Patienten zur Verfügung stellte: „Die Option, beide Hände anzuzeigen, die es durch die virtuelle Spiegelung möglich macht, eine rechte und eine linke Hand zusammenzuführen und ineinander zu verschränken, war mit Abstand die beliebteste“, erläutert die Studentin. „Wenn sie das Gefühl hatten, ihre gelähmte Hand zu bewegen, waren das sehr emotionale Momente für die Patienten.“

In einer eigens entwickelten Studie durfte sie ihre Mirror Box in die Behandlungspläne ausgewählter Patienten der Kliniken Schmieder einbauen und gemeinsam mit den Patienten den Prototyp anwenden und überprüfen. Anforderung seitens des Fachpersonals der Klinik war dabei nicht nur, eine dreidimensionale Spiegelung zur Verfügung zu stellen, sondern auch, Übungen mit anzubieten, die Patienten auf spielerischem Wege moti-



**Rebecca Weber** (M.) hat ihre Bachelor-Arbeit „Mixed Reality Mirror Box: Design und Evaluation eines Mixed Reality-Ansatzes für Spiegeltherapie“ im September letzten Jahres eingereicht. Online kann diese abgerufen werden unter:  
 – [hci.uni-konstanz.de/downloads/Thesis\\_RebeccaWeber.pdf](https://hci.uni-konstanz.de/downloads/Thesis_RebeccaWeber.pdf)

**Dr. Ulrike Pfeil** (r.) hat die Entwicklung und Anwendung der Mirror Box betreut. Sie ist Mitarbeiterin der AG Mensch-Computer-Interaktion. Nach Studium und Promotion am Centre for HCI Design an der City University in London fokussiert sie sich in ihrer Forschung auf die Anwendung von qualitativen und quantitativen Evaluationstechniken, um nutzerzentrierte Systementwicklungen zu unterstützen.

**Johannes Zagermann** (l.) ist Ideengeber für die Mixed Reality Mirror Box und hat ihre Entwicklung und Anwendung betreut. Er ist Mitarbeiter in der AG Mensch-Computer-Interaktion und promoviert innerhalb des SFB-Projekts Quantitative Messung von Interaktion.

„Für uns sind Projekte wie das von Frau Weber eine gute Gelegenheit, unsere Behandlungsmethoden zu überprüfen und im Austausch mit jungen Wissenschaftlern an kreativen Forschungsansätzen beteiligt zu sein.“

Lisa Friedrich-Schmieder

vieren, die Therapie voranzutreiben. Neben der Motivation war auch die Anwenderfreundlichkeit ein wichtiger Punkt, bei dem Welten aufeinandertrafen: Die Frage, wie ein halbseitig gelähmter Patient eine Virtual-Reality-Brille selbständig auf- und absetzt, warf genauso Probleme auf wie Aspekte der Hygiene. Während im Klinikalltag eine Desinfektion der Arbeitsgeräte vor und nach Benutzung Standard ist, sind Wasserfestigkeit und Reinigung bei Virtual-Reality-Brillen nach neuestem technischem Stand selten ein Thema.

Wichtig war Rebecca Weber auch, ein mobiles und einfaches System zu entwickeln. Aus der starren Therapie vor einem kleinen Spiegel soll durch die virtuelle Mirror Box im Idealfall ein attraktives, mobiles und hochmodernes Trainingsgerät werden, das es den Patienten nicht nur ermöglicht, zu jeder Zeit und an jedem Ort Rehabilitationsübungen auszuführen, sondern sie dazu auch einlädt und motiviert. Und das hat funktioniert: Die Patienten konnten in der von ihr programmierten Software zwischen einem reinen Betrachtungsmodus und zwei Spielen wählen, in denen in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden verschiedene motorische Abläufe trainiert wurden.

#### Spielerisches Training

Das spielerische Training in der virtuellen Realität hat den Patienten nicht nur Spaß gemacht, sondern auch Ehrgeiz geweckt. Während sich das entwickelte Kartenspiel für die meisten Patienten als zu schwierig entpuppte, war das dreidimensionale Einsortieren farbiger Wür-

fel auf verschiedenen Spielebenen ein voller Erfolg. Was simpel klingt, ist – hat man die Brille einmal auf – kein leichtes Spiel: Durch die Spiegelung der Hand sind auch die Bewegungen umgekehrt, und einfache Bewegungsabläufe werden zu einer logistischen Herausforderung. Nur durch hohe Konzentration, Übung und die Bereitschaft, sich voll auf die Illusion einzulassen, gelingen die notwendigen Bewegungsabläufe. Wer es ausprobiert, bezweifelt nicht, dass diese Mirror Box Gehirnzellen aktiviert.

Die medizinische Wirksamkeit der Therapie mit der Mixed Reality Mirror Box wurde bisher zwar nicht erhoben, doch Rebecca Weber berichtet von einer Patientin, die hochmotiviert trainierte und von einem Kribbeln in der gelähmten Hand sprach, das sich nach dem Übungsprogramm eingestellt hatte. „Das ist der größtmögliche Erfolg, wenn man von den Betroffenen bestätigt kriegt, dass es funktionieren kann. Ohne den großen Einsatz und die geduldige Unterstützung seitens der Kliniken Schmieder wäre das Projekt nicht zu diesem Punkt gekommen“, bedankt sich die Studentin und betont, wie entgegenkommend und hilfsbereit die Zusammenarbeit mit den Kliniken Schmieder abgelaufen ist.

„Für uns sind Projekte wie das von Frau Weber eine gute Gelegenheit, unsere Behandlungsmethoden zu überprüfen und im Austausch mit jungen Wissenschaftlern an kreativen Forschungsansätzen beteiligt zu sein. Wir freuen uns, wenn wir interdisziplinäre Ideen wie diese unterstützen und unsere erfolgrei-

che Zusammenarbeit mit der Universität Konstanz auch auf diesen Arbeitsebenen praktizieren können“, betont Lisa Friedrich-Schmieder von der Geschäftsführung der Kliniken Schmieder.

Für ihre Master-Arbeit wird Rebecca Weber ihre Arbeit zur Handerkennung und zum Einsatz von realen Händen in der Mixed Reality weiter ausbauen. Gemeinsam mit Dr. Ulrike Pfeil aus der Arbeitsgruppe Mensch-Computer-Interaktion, die bereits die Bachelor-Arbeit zur Mirror Box betreut hat, arbeitet sie an dem Verbundprojekt ERTRAG. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Kooperationsprojekt zwischen der Universität Konstanz, der Hochschule Ravensburg-Weingarten und mehreren Technologie-Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, einen virtuellen Ergonomie-Trainer für die Pflegeausbildung zu entwickeln. Dieser soll es ermöglichen, dass Pflegebedürftige optimal versorgt und andererseits gesundheitliche Folgeschäden der Pflegekräfte vermieden werden.

Es geht somit darum, die Mixed Reality für den Bereich des motorischen Lernens zu nutzen. „Unsere Aufgabe ist, das Lernkonzept für den virtuellen Trainer zu entwickeln. Dabei müssen wir untersuchen, was für eine Art von Anleitung und Feedback man Lernenden in dieser virtuellen Welt geben kann, wenn sie eine Bewegung erlernen“, erläutert Ulrike Pfeil die Herausforderungen des neuen Projekts.

|hd.

Weitere Informationen und einen Überblick über die Arbeit der Arbeitsgruppe Mensch-Computer-Interaktion unter:  
– [hci.uni-konstanz.de](http://hci.uni-konstanz.de)