

Entwicklung eines alltagsintegrierten Systems für die Schlaganfallnachsorge im Projekt SiRIA

Dr. Michael John, Adrienne Thümler, Christian Giertz,
alle Fraunhofer FOKUS, Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin, michael.john@fokus.fraunhofer.de

Martin Gerber, Prof. Dr. Markus Reckhardt, Prof. Dr. Fritjof Reinhardt
alle Klinikum Niederlausitz, Krankenhausstr. 10, 01968 Senftenberg, martin.gerber@klinikum-niederlausitz.de

Tilo Neuendorf, Dr. Nico Nitzsche, Daniel Zschaebitz,
alle TU Chemnitz, Institut für Angewandte Bewegungswissenschaften, Thüringer Weg 11, 09126 Chemnitz,
tilo.neuendorf@hsw.tu-chemnitz.de

Kurzfassung

Die Entwicklung von Sensor-gestützten, telemetrisch assistierten Rehabilitationssystemen für Schlaganfallpatienten stellt einen aktuellen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Neurorehabilitation dar. Diese Systeme sollen bisherige konventionelle Behandlungsverfahren sinnvoll erweitern. Im Projekt SiRIA - Sensorbasiertes Feedback- und Assistenzsystem zur alltagsintegrierten Rehabilitation und aktivierenden Pflege wird ein Gesamtsystem für die technikgestützte Rehabilitation entwickelt, das die Begleitung von medizinisch validen Therapiemodulen ermöglicht und gezielt sensomotorische Trainingseinheiten mit Hilfe von innovativen Mensch-Technik-Schnittstellen in den Alltag des Patienten integriert. In dem Konferenzbeitrag werden die Designphase des SiRIA-Systems sowie die ersten Entwicklungsschritte einer Schlaganfall-App dargestellt.

Abstract

The development of sensor-based, telemedically assisted rehabilitation services for stroke patients is nowadays a growing research topic in the area of neurorehabilitation. These kind of systems are designed to upgrade classical treatments. Together with patients and healthcare professionals (therapists, physicians etc.) the SiRIA project develops therapy and prevention treatments that seamlessly integrate therapy into patients' everyday lives via innovative human-machine interfaces. The overall system enables the performance of sensomotoric training sessions and medically reliable therapy modules. In this conference paper we describe the design phase of the SiRIA-system and first implementation results of the stroke-App that will be further developed in the project.

1 Motivation

In Deutschland ereignen sich 196.000 erstmalige und 66.000 wiederholte Schlaganfälle, was die dritthäufigste Todesursache in der Bundesrepublik darstellt. Im Jahr 2008 wurden 180.000 Patientenverläufe durch das Deutsche Schlaganfall Register dokumentiert. Dies zeigt das Ausmaß des klinischen Versorgungsbedarfs. Durch den demografischen Wandel, d.h. den steigenden Anteil an älteren Menschen, wird die absolute Zahl von Schlaganfallpatienten in den kommenden Jahrzehnten ansteigen [1].

Die Folgen eines Schlaganfalls variieren aufgrund der Pathogenese sehr stark. Neben Sprach- und Sprechstörungen (Aphasie / Dysarthrie), kognitiven Defiziten und gestörten Wahrnehmungen (Neglect), zählen motorische Einschränkungen, bspw. in Folge einer spastischen Parese zu den häufigsten Folgen. Insbesondere eine Beeinträchtigung der

Motorik schränkt die Patienten in der Ausführung alltäglicher Aktivitäten erheblich ein.

Existierende Therapieansätze zur Rehabilitation motorischer Defizite zielen grundlegend auf Kompensation bestehender Einschränkungen sowie die Wiederherstellung geschädigter Fähigkeiten und Fertigkeiten ab. Die Patienten werden durch zahlreiche bewegungstherapeutische Maßnahmen (z.B. Constrained-induced movement therapy, Repetitives Training, oder Bilaterales Training) rehabilitiert. Dabei steht die Wiedererlangung der Bewegungsfertigkeiten zur Bewältigung alltagsrelevanter Aufgaben im Vordergrund. Dies beinhaltet z.B. die Manipulation von Gegenständen, das selbstständige Gehen und den sitzenstehen Lagewechsel [2, 3].

Die Entwicklung von Sensor-gestützten, telemetrisch assistierten Rehabilitationssystemen für Schlaganfallpatienten stellt einen aktuellen Forschungsschwerpunkt im Be-

reich der Neurorehabilitation dar. Diese Systeme sollen bisherige konventionelle Behandlungsverfahren sinnvoll erweitern. Ein großes Anwendungsfeld im Kontext der technisch assistierten Rehabilitationssysteme ist das „serious gaming“. Diese spielerische Umsetzung therapeutischer Inhalte eignet sich ebenfalls für den Einsatz im häuslichen Umfeld. Die Alltagsintegrität der Systeme wird in erster Linie durch minimalen Einsatz von Sensorik gewährleistet. Eine Übersicht über den therapeutischen Effekt Sensor-gestützter Rehasysteme zeigt, dass die in den Studien beobachteten Effekte durchaus positiv ausfallen. Die medizinische Wirksamkeit für ein bestimmtes Patientenkollektiv konnte jedoch noch nicht abschließend nachgewiesen werden [4].

2 Projektziele

Im Projekt SiRIA - Sensorbasiertes Feedback- und Assistenzsystem zur alltagsintegrierten Rehabilitation und aktivierenden Pflege (Förderkennzeichen 16SV6249) wird ein Gesamtsystem für die technikgestützte Rehabilitation entwickelt, das die Begleitung von medizinisch validen Therapiemodulen ermöglicht und gezielt defizitbezogene sensomotorische Trainingseinheiten mit Hilfe von innovativen Mensch-Technik-Schnittstellen in den Alltag des Patienten integriert. Dabei werden die Nutzer wieder an Bewegungen herangeführt, um den Rehabilitationsprozess nach dem Krankenhausaufenthalt gezielt fortzuführen.

Für Schlaganfallpatienten mit spastischer Hemiparese liegt der Schwerpunkt in der Therapie auf der Wiederherstellung der Funktions- und Alltagsfähigkeit der oberen Extremitäten. Mit dem Assistenzsystem sollen Daten zur Bewegungsqualität und -quantität im Alltag erhoben werden können. Für den Betroffenen ist es von essentieller Bedeutung seine geschädigte Körperhälfte im Alltag zu benutzen, um die Funktionsfähigkeit nicht im Sinne des „erlernten Nichtgebrauchs“ zu verlieren. Die im Projekt eingesetzte Sensorik ermöglicht eine Betrachtung der Symptomatik über einen Zeitverlauf, ohne dass der Patient beim Arzt vorstellig werden muss. Durch Bewegungsaufgaben und gezieltes Biofeedback kann dazu beigetragen werden den Muskeltonus zu regulieren, die motorische Funktion zu verbessern und bestehende Risikofaktoren eines erneuten Schlaganfalls zu verringern.

Dabei soll der Patient jedoch keineswegs auf die medizinisch-therapeutische Expertise verzichten müssen. Bewegungsaktivitäten werden gemessen, um daraus Handlungsanweisungen und therapeutische Maßnahmen abzuleiten. Der Patient lernt somit sein Bewegungsverhalten selbst einzuschätzen und auf Basis der Empfehlungen durch das Assistenzsystem eine langfristige Lebensstilmodifikation umzusetzen. Die erfassten Daten und Analyseergebnisse werden einerseits im Sinne eines direkten Feedbacks und Motivation an den Patienten ausgegeben und können andererseits über eine Kommunikationsinfrastruktur in die Klinik übertragen und dem behandelnden Arzt bzw. Therapeuten zur Verfügung gestellt werden. Somit ist weiterhin

eine medizinisch-fachliche Betreuung des Patienten gewährleistet, um sich z.B. über Änderungen im Therapieverlauf oder Inhalte austauschen zu können.

3 Systemdesign

In dem Projekt SiRIA wurde für die Systementwicklung ein benutzerzentriertes Vorgehen gewählt. Zu allererst wurden dafür die Anforderungen aus Sicht der Patienten, Ärzte und Therapeuten erhoben. Dies erfolgte anhand einer szenariobasierten Vorgehensweise und begleitenden empirischen Erhebungen, in denen die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einbindung des zu entwickelnden Systems in den Patientenalltag beschrieben wurden. Ebenso wurde aus dem klinischen Alltag heraus das Therapiekonzept entwickelt, um auf diese Weise sowohl Ärzte wie auch Therapeuten von den Möglichkeiten einer häuslichen Therapieform für Schlaganfallrehabilitation der oberen Extremitäten zu überzeugen. Im Folgenden werden die vorgelagerten Schritte zur Systementwicklung und Implementierung des alltagsintegrierten Systems zu Schlaganfallrehabilitation beschrieben.

3.1 Anforderungsanalyse

Die Anforderungsanalyse erfolgte auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche sowie anhand von Interviews und strukturierten Fragebögen, die in den Kliniken zum Einsatz kamen.

Aus der aktuellen Literatur ergab sich, dass neben den hauptsächlich verwendeten optischen Systemen und Inertialsensorik auch EMG- und Kraftsensoren zur Erfassung von Bewegungsdaten eingesetzt werden. Zumeist wurden die sensorischen Systeme zur Erfassung der Bewegungen in Kombination verwendet. Für die ambiente Datenaufzeichnung werden zum Großteil optische Systeme verwendet [5, 6]. Der Nutzer trägt dabei keine wahrnehmbare Sensorik am Körper. Die Microsoft Kinect hat sich im Kontext der Rehabilitation offenbar bewährt, wie etwa der Übersichtsartikel von Webster & Celik [7] zeigt.

Erste Ansätze zeigen in Alltagsgegenstände integrierte Sensorplattformen mit Inertial- und Kraftsensoren [8]. Tragbare Systeme basieren hauptsächlich auf EMG-, Inertial- und Kraftsensoren. Zur Erhöhung der Usability und Nutzerakzeptanz werden tragbare Systeme in Form smarter Textilien entwickelt [9-11].

Die Literatur zeigt erste Ansätze der Digitalisierung klinischer Assessments zur Überwachung des Rehabilitationsfortschritts [12]. Im Bereich der orthopädischen Krankheitsbilder des Knie- und Hüft TEP ist dabei die sensorgestützte Ganganalyse zentraler Inhalt. Eine ambiente Bewegungserfassung erfolgt dabei zur Bestimmung des Gleichgewichts. Im Kontext der Schlaganfalltherapie werden Assessments wie der Wolf Motor Function Test (WMFT) umgesetzt [12, 13].

Die Auswertung der Literaturrecherche zeigt Möglichkeiten der systemintegrierten Therapieevaluation mit Hilfe unterschiedlicher Sensoren, wie Inertialsensoren, optischer Sensoren und Myografischer Sensoren. Die Recherche ergab unterschiedliche Umsetzungen des Feedbacks. Es wurden visuelle, taktile und akustische Informationen an den Nutzer rückgemeldet [14-16]. Diese sind von den zugrunde liegenden Daten und den kognitiven Fähigkeiten der Nutzer abhängig. Eine optimierte Kombination mehrerer Feedbackmethoden bietet einen hohen Informationsgehalt bei geringer Wahrscheinlichkeit der Überforderung des Nutzers [15, 17].

Eine erste Anforderungsanalyse bei Patienten [n=24, 65,1 ± 7,1 Jahre] ergab, dass jeweils etwa 50% der Befragten Probleme beim Greifen von Gegenständen haben und ein eingeschränktes Bewegungsmaß des Arms aufweisen. Außerdem behindert ein hoher Muskeltonus im Arm die Funktionsfähigkeit der oberen Extremität. Weiter scheinen das Gleichgewicht, das Gehen und die Konzentrationsfähigkeit die häufigsten Probleme der Patienten zu sein. Neben dem aktuellen Gesundheitszustand wurden auch Variablen zur Technikaffinität erhoben. Alle Befragten besitzen einen Fernseher, etwa zwei Drittel einen Computer. Auffällig ist die geringe Verbreitung von Smartphones in dieser Altersgruppe. Besonders wichtig an technischen Geräten ist den Patienten die Zuverlässigkeit. Des Weiteren sind die Sicherheit bei der Bedienung ohne die Angst „etwas kaputt zu machen“ sowie die Funktionalität, d.h. der unmittelbar empfundene Mehrwert von zentraler Bedeutung. Preis und Design spielen eine untergeordnete Rolle. Die Patienten sind offen gegenüber technischer Neuerungen und haben bei der Integration neuer Systeme in den Alltag mittlere bis keine Probleme. Eine überwältigende Mehrheit von mehr als 90% der Befragten können sich vorstellen eine Therapie Zuhause unter technischer Anleitung durchzuführen. Etwa zwei Drittel würden diese zusätzlich zur ambulanten Therapie ausführen, ein Drittel würde die ambulante Therapie gerne dadurch ersetzen. Eine parallel durchgeführte Befragung von 15 Therapeuten und Ärzten ergab, dass wenig bis keine Erfahrung im Umgang mit medizinischen Assistenzsystemen besteht. Für ein zu entwickelndes System sollte die zeit- und arbeitseffiziente Gestaltung beachtet werden. Aus therapeutisch-medizinischer Sicht steht die Verbesserung des Gleichgewichts, sowie die Fein- und Grobmotorik des Armes im Vordergrund.

3.2 Therapiekonzept für Schlaganfallrehabilitation

Das Therapiekonzept sieht die spezifische Erhebung motorischer Einschränkungen vor, auf deren Basis individuell angepasste, bewegungstherapeutischen Übungen vorgeschlagen werden können. Primäres Ziel für Schlaganfallpatienten ist die Wiedererlangung der motorischen Kompetenz, die in Folge des Schlaganfalls beeinträchtigt wurde. Zudem soll das Leitsymptom der spastischen Hemiparese

langfristig, also auch im häuslichen Umfeld nach dem Klinikaufenthalt, therapiert werden.

Das Konzept besteht derzeit aus den zentralen 3 Funktionspaketen Diagnostik, Kommunikation und Therapie. Im Bereich der Diagnostik sind 4 Module in Planung: Durchführung und Bewertung motorischer Testaufgaben mithilfe kommentierter Videos, Erfassung individuell relevanter Alltagsbewegungen, schrittweise Beantwortung von Fragebögen mithilfe smartphone-spezifischer Kommunikationskanäle sowie die Erfassung von Vitaldaten zur Überwachung kardiovaskulärer Risikoparameter erneuter Schlaganfälle.

Die Quantifizierung der motorischen Defizite erfolgt mittels des validierten Wolf Motor Function Tests (WMFT) [18]. Dieses Testverfahren adressiert primär Patienten nach Schlaganfall und bewertet anhand 17 alltagsnaher Aufgaben die Fähigkeit, die obere Extremität bei einfachen und komplexen Bewegungen des Alltages einzusetzen. Die Items werden vorwiegend im Sitzen ausgeführt und beinhalten grobmotorische Aufgaben (u.a. Schulterabduktion, Ellenbogenex- und -flexion) sowie verschiedene Grifftechniken (3-Finger-Spitzgriff, Pinzettengriff) und die Geschicklichkeit des Patienten (Spielsteine stapeln). In der Originalversion wird die ausgeführte Aufgabe durch einen Untersucher anhand der benötigten Zeit und einer sechsstufigen Ordinalskala (Qualität der Bewegung) bewertet. Der WMFT zeichnet sich vor allem durch seine Anwenderfreundlichkeit und sehr hohe Reliabilität aus [19, 20].



Bild 1 Patient mit spastischer Parese beim Greifen eines Glases

Zur Bewertung der subjektiven Lebensqualität des Patienten wird die Stroke Impact Scale (Version 2.0) verwendet. Dieser Fragebogen besteht aus 64 Fragen, unterteilt in acht verschiedene Dimensionen, welche der Patient anhand einer fünfstufigen Skala beantworten kann. Die Dimensionen umfassen neben der Emotion und Kognition auch die Aktivitäten des täglichen Lebens sowie die Handfunktion. Dieser Fragebogen zeichnet sich ebenfalls durch eine gute Validität und Reliabilität aus [21]. In der Kombination aus den objektiven erfassten Defiziten und den subjektiv empfundenen Einschränkungen der Motorik kann ein umfangreiches Bild der Therapieanforderungen, des Gesundheitszustandes und erforderlichen Anpassungen der therapeutischen Maßnahmen erstellt werden.

Die initiale Erhebung und Befundung erfolgt im Anschluss an die stationäre Rehabilitation in der Klinik durch einen

Neurologen und Physiotherapeuten. In dieser Phase werden das Vorgehen und die Therapieziele mit dem Patienten besprochen. Des Weiteren erhält er eine Schulung im Umgang mit dem SiRIA-System und den zugehörigen Endgeräten. Im häuslichen Umfeld werden die einzelnen Aufgaben des WMFT ambient im Alltag erhoben oder der Patient wird direkt per App aufgefordert einzelne Übungen durchzuführen. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt automatisiert durch das System und wird anschließend an den Therapeuten in der Klinik übertragen. Der Therapeut kann aus diesen Daten Alltagsaufgaben mit Übungscharakter ableiten oder spezielle Therapieübungen für den Patienten definieren. Des Weiteren ermöglicht die Erhebung einzelner Items aus dem WMFT und der Stroke Impact Scale im häuslichen Umfeld eine zeitnahe und spezifische Anpassung der Therapie, ohne dass der Patient durch zusätzliche Termine bei Therapeuten belastet wird.

3.3 SiRIA Systemarchitektur

Das SiRIA-Gesamtsystem setzt auf der entwickelten Telemedizin-Plattform MeineReha[®] auf [22, 23]. Diese Plattform ermöglicht Patienten wie auch Therapeuten nach dem Aufenthalt in einer Rehaklinik die therapeutischen Maßnahmen alltagsbegleitend im häuslichen Umfeld weiterzuführen. Hierfür wurden die entsprechenden Funktionen im System entwickelt. Mit Hilfe eines Therapieplaners können Ärzte und Therapeuten den Therapieprozess planen und digitale Therapieinhalte an die registrierten Patienten ausliefern. Dies können therapeutische Übungen sein aber auch wie in dem Projekt SiRIA erwünscht, Fragebögen zur Erfassung des Gesundheitszustandes von Schlaganfallpatienten. Die Therapieinhalte werden über eine gesicherte Internetverbindung an die Patientensysteme (Tablet, Mini-PC oder Smartphone) übermittelt und dort dem Patienten angezeigt.

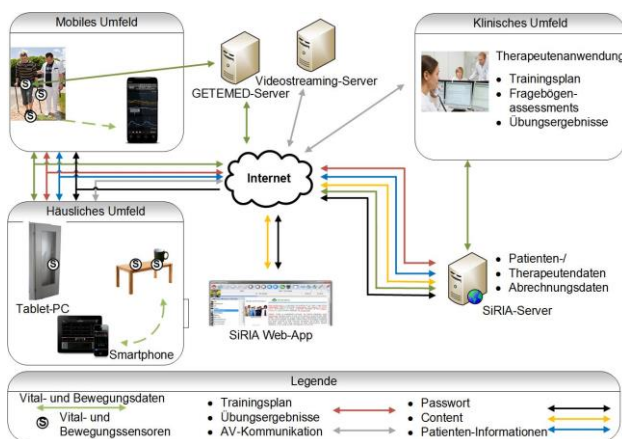


Bild 2 Architektur SiRIA-Gesamtsystem

Die therapeutischen Übungen sollen in dem Projekt SiRIA möglichst alltagsintegriert, beiläufig und quasi „unsichtbar“ erfolgen. Deswegen wird in dem Projekt eine Schlaganfall-App mit zu koppelnder Sensorik entwickelt. Die Sensorik kann sowohl körpernah getragen oder ambient im

häuslichen Umfeld des Patienten installiert werden. Der erste Prototyp der Schlaganfall-App wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

4 Prototyp der Schlaganfall-App

Nach der abgeschlossenen Anforderungs- und Designphase wurde ein erster Prototyp des alltagsintegrierten Schlaganfallsystems als Android-App mit zu koppelnder Sensorik implementiert. Für die Entwicklung der Algorithmen erfolgten Sensoraufnahmen, um für Schlaganfall typische Bewegungsmuster erkennen und nach festgelegten Kriterien bewerten zu können. Im Rahmen dieser Messungen wurden zudem die konkrete Technikakzeptanz und die Gebrauchstauglichkeit der Sensorik für den Patienten erfasst. Außerdem wurden die Nutzeranforderungen an die App ermittelt.

Für den Patienten ist es von zentraler Bedeutung zu regelmäßigen, eigenständigen Übungen motiviert zu werden und dennoch nicht auf eine individuelle Behandlung verzichten zu müssen. Aufgrund der möglichen Beeinträchtigungen des Patienten sollte die Navigationsstruktur der App einfach, die Inhalte verständlich und die Sensorik leicht zu bedienen sein. Auch für die Therapeuten sind eine einfach zu bedienende Anwendung sowie Sensorik wichtige Anforderungen. Des Weiteren soll der Installationsaufwand gering und die Inbetriebnahme der verwendeten Geräte einfach sein. Wie aus dem Therapiekonzept (3.2.) hervorgeht, soll der Wolf Motor Function Test (WMFT) mit Hilfe der App durchgeführt werden.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde auf eine geringe Informationsmenge in der App und geeignete Veranschaulichung durch Bild- und Videomaterial geachtet. Weiterhin gibt es die Möglichkeit, die Anleitungen beispielsweise für die Übungen akustisch wiederzugeben.

Das verwendete Myo[™] Gesture Control Armband ist ein Sensorarmband, welches im Jahr 2014 von ThalmicLabs[™] herausgebracht wurde. Es beinhaltet einen 9-Achsen Inertialsensor (Inertial Measurement Unit, IMU), bestehend aus einem dreiachsigen Beschleunigungssensor, Gyrosensor und Magnetometer und enthält Elektroden zur Aufnahme von 8-Kanal Elektromyogrammen. Das Myo[™]-Armband wird, wie in Abbildung 3 zu sehen ist, am Unterarm getragen.

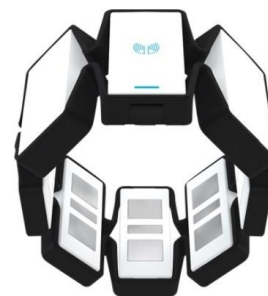


Bild 3 Myo[™] Gesture Control Armband, Quelle: ThalmicLabs Press Kit

Um eine individuelle Patientenbetreuung zu gewährleisten, wird das Training von einem Therapeuten an die individuellen Beeinträchtigungen und das individuelle Leistungsvermögen des Patienten angepasst.

Beim Start der App meldet sich der Patient mit seinen Zugangsdaten am System an und seine Trainingsdaten werden vom SiRIA-Server an die App übermittelt. Der persönliche Trainingsplan kann im Menüpunkt "Aufgabenliste" eingesehen werden (Abb. 4). Wählt der Patient eine Übung aus, wird er zunächst angeleitet, das Myo™ an den Arm anzulegen und es mit dem Smartphone oder Tablet zu verbinden. Anschließend erhält der Patient die Übungsanweisungen und sich die Übungsdurchführung in einem Video ansehen (Abb. 5).

Wurden die Anweisungen verinnerlicht, kann die Übung gestartet werden. Zu Beginn der Übung wird der Patient aufgefordert die Ausgangsposition einzunehmen. Gleichzeitig läuft für einige Sekunden ein Countdown, welcher dem Patienten den Startpunkt anzeigt. Während der Übungsdurchführung können die Armbewegungen mit Hilfe des Myo™ in der App erfasst werden. Dazu werden die Beschleunigungs- und Gyroskopdaten aufgenommen. Nach Beendigung der Übung werden diese zusammen mit der Übungsdauer an den SiRIA-Server gesendet, sodass der behandelnde Therapeut die Ergebnisse erhält und einen Eindruck vom Trainingsfortschritt seines Patienten bekommt.

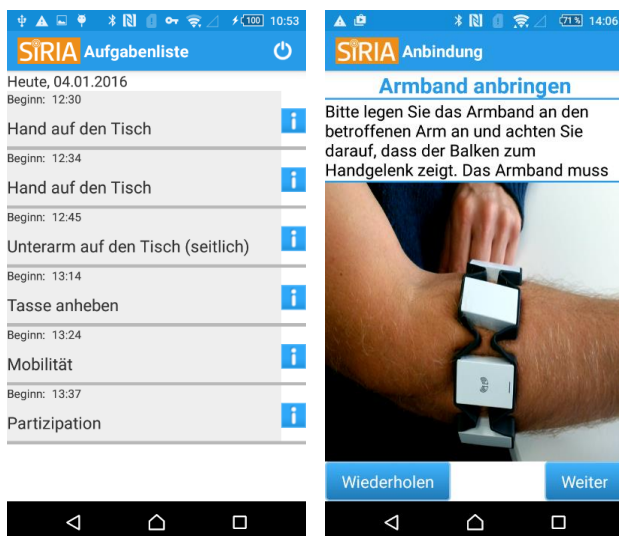


Bild 4 Aufgabenliste, Anbringung des Armbands

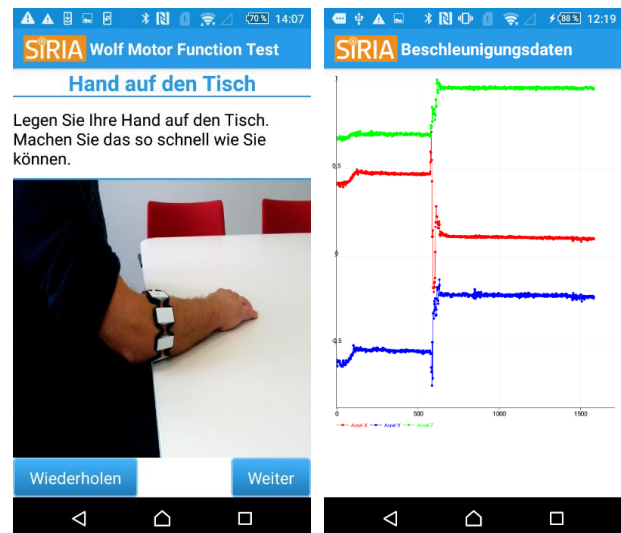


Bild 5 Übungsanweisung, Beschleunigungsdaten einer durchgeführten Übung

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde die Designphase zur Entwicklung des alltagsintegrierten Systems für die nachstationäre Schlaganfalltherapie vorgestellt. Dafür wurden die Anforderungsanalyse, das Therapiekonzept und die Systemarchitektur des SiRIA Gesamtsystems beschrieben. Erste Anforderungen der Nutzer wurden sowohl in der Telemedizin-Plattform MeineReha® wie auch in einer neu entwickelten Schlaganfall-App umgesetzt. Abschließend wurde der Entwicklungsstand dieser App dargestellt.

Mithilfe der SiRIA-App können Schlaganfallpatienten mit spastischer Parese der oberen Extremität zukünftig auch nachstationär therapiert und zu spezifischen Übungen motiviert werden. Bei der Benutzung der App mit einer geeigneten Sensorik würden aufwändige Installationen im häuslichen Umfeld des Patienten entfallen. Im Gegensatz zu den aufwändigen Arm-Exoskeletten ist die App leicht in die Aktivitäten des täglichen Lebens integrierbar. Der behandelnde Therapeut hat die Möglichkeit, die Therapie zu kontrollieren und den Therapieplan zu optimieren. Dadurch kann der Patient über die Dauer der stationären Rehabilitation hinaus therapiert werden, sodass der Behandlungserfolg gesteigert und chronische Krankheiten vermieden werden könnten. Hierdurch hätten Schlaganfallpatienten in Zukunft ein hilfreiches Instrument, um die Therapie fortsetzen und ihren Alltag selbstständig bewältigen zu können.

Durch auditive Hinweise und Bild- und Videomaterial bietet die App ein hohes Maß an Barrierefreiheit. Das Smartphone als mobiles Gerät für die Ausführung des Wolf Motor Function Test ist zwar alltagstauglich, da es relativ klein und leicht ist und somit in der Hosentasche oder am Körper getragen werden kann ohne den Benutzer zu stören, die Bedienung über das kleine Display kann allerdings gerade für die Zielgruppe des Projekts schwierig sein. Bei

der Verwendung eines Tablets hingegen könnten größere Bedien- und Anzeigeelemente verwendet werden. Dieses würde die Benutzerfreundlichkeit erhöhen.

Das Myo Gesture Control Armband ist einfach in der Verwendung sowie in der Anbindung an die App. Allerdings ist die Anbringung am Arm für Schlaganfallpatienten wahrscheinlich eher schwierig. Deshalb soll in dem Projekt SiRIA ein eigener Sensor entwickelt werden, der dauerhaft am Handgelenk getragen wird. Im weiteren Verlauf des Projektes werden dann basierend auf dieser Sensorik die Algorithmen zur Erfassung von Alltagsaktivitäten - unter anderem zur Quantifizierung des Armeinsatzes oder der Gehstrecke - implementiert.

6 Literatur

- [1] Heuschmann, P., Busse, O., Wagner, M., Endres, M., Villringer, A., Röther, J., Kolominsky-Rabas, P., Berger, K., 2010. Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland. *Aktuelle Neurologie* 37, 333-340.
- [2] Hauptmann, B., 2007. Von der Theorie zur Praxis: Grundlagen prozeduralen und motorischen Lernens, in: Dettmers, C., Bülow, P., Weiller, C. (Eds.), *SchlaganfallRehabilitation*. Hippocampus Verlag, 25-52.
- [3] Wulf, G., 2007. Motorisches Lernen: Einflussgrößen und ihre Optimierung, in: Dettmers, C., Bülow, P., Weiller, C. (Eds.), *SchlaganfallRehabilitation*. Hippocampus Verlag, 3-24.
- [4] Neuendorf, T., Zschäbitz, D., Nitzsche, N., Schulz, H., 2016. Therapeutischer Effekt Sensor-gestützter Rehabilitationssysteme bei Schlaganfallpatienten. *Therapeutic Effect of Sensor-based Rehabilitation Systems in Stroke Patients*. *Aktuelle Neurologie*, 43, 24-31.
- [5] Shin J, Ryu H, Jang SH. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. *J Neuroeng Rehabil* 2014; 11: 1- 10.
- [6] Lange, B., Chang, C-Y., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A.S., Bolas, M., 2011. Development and Evaluation of Low Cost Game-Based Balance Rehabilitation Tool Using the Microsoft Kinect Sensor. 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS.
- [7] Webster D, Celik O. Systematic review of kinect applications in elderly care and stroke rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil* 2014; 11: 1-24.
- [8] Hermsdörfer, J., Bienkiewicz, M., Cogollor, J.M., Russel, M., Jean-Baptiste, E., Parekh, M., Wing, A.M., Ferre, M., Hughes, C., 2013. CogWatch – Automated Assistance and Rehabilitation of Stroke-Induced Action Disorders in the Home Environment. D. Harris (Ed.): *EPCE/HCI 2013, Part II*, LNAI 8020, 343–350. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [9] Tognetti A, Lorussi F, Bartalesi R et al. Wearable kinesthetic system for capturing and classifying upper limb gesture in post-stroke rehabilitation. *J Neuroengineering Rehabil* 2005; 2: 8.
- [10] Giorgino T, Tormene P, Maggioni G et al. Wireless support to poststroke rehabilitation: MyHeart’s neurological rehabilitation concept. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2009; 13: 1012- 1018.
- [11] Tormene, P., Giorgino, T., Quaglini, S., Stefanelli, M., 2009. Matching incomplete time series with dynamic time warping: an algorithm and an application to post-stroke rehabilitation. *Artificial intelligence in medicine* 45, 11–34.
- [12] Patel, S., Hughes, R., Hester, T., Stein, J., Akay, M., Dy, J.G., Bonato, P., 2010. A novel approach to monitor rehabilitation outcomes in stroke survivors using wearable technology. *Proceedings of the IEEE* 98, 450–461.
- [13] Goodney, A., Jung, J., Needham, S., Poduri, S., 2012. Dr. droid: Assisting stroke rehabilitation using mobile phones, in: *Mobile Computing, Applications, Services*. Springer, pp. 231–242.
- [14] Honegger, F., Hillebrandt, I.M.A., van den Elzen, N.G.A., Tang, K.-S., Allum, J.H.J., 2013. The effect of prosthetic feedback on the strategies and synergies used by vestibular loss subjects to control stance. *J Neuroeng Rehabil* 10 (115).
- [15] Huang, H., Ingalls, T., Olson, L., Ganley, K., Rikakis, T., He, J., 2005. Interactive Multimodal Biofeedback for Task-Oriented Neural Rehabilitation. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 3, 2547-2550.
- [16] Shin, J.-H., Ryu, H., Jang, S.H., 2014. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. *J Neuroeng Rehabil*, 11 (32)
- [17] Lehrer, N., Cheng, Y., Duff, M., Wolf, S.L., Rikakis, T., 2011. Exploring the bases for a mixed reality stroke rehabilitation system, Part II: Design of Interactive Feedback for upper limb rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*, 8 (54).
- [18] Wolf, S.L., Lecraw, D.E., Barton, L.A., Jann, B.B., 1989. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Exp Neurol* 104(2), 125-132.
- [19] Morris, D.M., Uswatte, G., Crago, J.E., Cook, E.W 3rd, Taub, E., 2001. The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 82(6),750-755.
- [20] Wolf, S.L., Catlin, P.A., Ellis, M., Archer, A.L., Morgan, B., Piacentino, A., 2001. Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke* 32(7),1635-1639.
- [21] Duncan, P.W., Wallace, D., Lai, S.M., Johnson, D., Embretson, S., Laster, L.J., 1999. The stroke impact scale version 2.0. Evaluation of reliability, validity, and sensitivity to change. *Stroke* 30(10), 2131-2140.
- [22] Michael John, Stefan Klose, Gerd Kock, Beate Seewald, Jana Liebich, Mirko Wolschke, MeineReha@ -

Gesamtsystem für die Lebensbereich übergreifende Rehabilitation, in: e-health 2013 - Informationstechnologien und Telematik im Gesundheitswesen, Hrsg. Frank Duesberg, medical future verlag, S. 291-296.

- [23] Michael John, Sebastian Bernert (Charité), Mirko Wolschke, Nachhaltig und effektiv: Das telemedizinisch assistierte System MyRehab des Fraunhofer FOKUS kommt gut bei Patienten an, in: E-HEALTH-COM. Magazin für Health-IT, Vernetzte Medizintechnik und Telemedizin, Ausgabe 01/2014, S. 42-44.