

# Verbesserung der Therapiemitarbeit durch interaktive Rückmeldungen in einem sensorbasierten Unterstützungssystem

Susanne Dannehl, Laura Doria, Marc Kraft

Fachgebiet Medizintechnik, Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik, Technische Universität Berlin

## **Zusammenfassung**

Dieser Beitrag stellt die in einem aktuellen Forschungsprojekt entwickelten Unterstützungsansätze vor, mit denen das Therapieverhalten in der Nutzung von medizinischen Hilfsmitteln verbessert werden soll. Es wird die Adhärenz (Therapiemitarbeit) von Patienten adressiert, bei der die Handlungsregulation in den intentionalen und volitionalen Phasen der Hilfsmittelnutzung aufgrund unterschiedlicher Barrieren beeinträchtigt ist. Durch die Integration interaktiver mobiler Anwendungen und sensorbasierter Rückmeldung von Verhaltensparametern in die bisherigen Behandlungsabläufe kann die Planung und Umsetzung von Therapieempfehlungen unterstützt und die Befähigung zum Coping von Problemen gefördert werden. Dabei werden therapeutische Ansätze, u.a. aus dem Selbstmanagement, in einem sensorbasierten interaktiven Unterstützungssystem zur Patientenbetreuung einbezogen. Die Informationsvermittlung, Gestaltung der Rückmeldungen und Handlungsempfehlungen an die Patienten werden in einem Gesamtkonzept zusammengeführt, dessen Entwicklung in regelmäßigen Iterationsschritten von Patienten entsprechend der nutzerspezifischen Anforderungen evaluiert wird.

## 1 Einleitung

Die Entwicklung von eHealth-Lösungen für mobile Anwendungen spielt im Gesundheitskontext eine zunehmende Rolle und kann in unterschiedliche Zielbereiche gegliedert werden. Besonders zahlreich sind Consumer-Angebote vertreten durch vielfältige Wellness- und Fitness-Applikationen, die jedoch überwiegend keine nachhaltige Nutzung oder Verhaltensänderung bewirken. Im Bereich der Selbstüberwachung (Selfmonitoring) sind Anwendungen

verfügbar, die verschiedene Vitalfunktionen dokumentieren, jedoch erfolgt die Datenerfassung zumeist unregelmäßig und ist nicht für Erkrankungen vorgesehen. Die Entwicklung klinisch relevanter Applikationen wird allerdings in neuerer Zeit zunehmend relevant (Neumayer-Remter & Herzog, 2015).

Im hier beschriebenen Anwendungsbereich steht die Unterstützung des Therapieverhaltens durch ein sensorbasiertes Selfmonitoring und eine interaktive mobile Applikation im Vordergrund, die Patienten im Behandlungsverlauf verwenden können. Ziel ist es, ein nachhaltiges Angebot durch die Integration von therapierelevanten Funktionen und nutzergerechten Anforderungen zu gestalten.

Bei verschiedenen Indikationen werden Orthesen (Stützsysteme) eingesetzt, die von den Betroffenen für einen individuell festgelegten Therapiezeitraum verwendet werden. Die Nutzung wird nicht von medizinischen Anwendern begleitet, daher ist es notwendig, therapeutische Unterstützungssysteme und Motivationskonzepte zu entwickeln, welche die Interaktion der Nutzer mit den Hilfsmitteln verbessern. Um die Unterstützung für die jeweiligen Nutzer zu optimieren, ist eine sensorbasierte Dokumentation der Therapieverhaltensmuster geplant sowie eine nutzergerechte Gestaltung der Unterstützungsfunktionen. Das dargestellte Teilprojekt im BMBF-geförderten Forschungsverbund „BeMobil“ untersucht das Anwendungsgebiet der Skoliosebehandlung mit Stützkorsetten. Die Skoliose (griechischen *skoilios* „verkrümmt“) stellt die häufigste Wirbelsäulenerkrankung bei Kindern und Jugendlichen dar und bezeichnet eine Seitkrümmung der Wirbelsäule von mindestens 10°, gemessen nach Cobb, verbunden mit einer Rotation der Wirbelkörper. Die unter den Skoliosen am häufigsten vorkommende idiopathische adoleszente Form weist eine Prävalenz von 0,47 bis 5,2 Prozent in der Bevölkerung auf, wobei Mädchen häufiger betroffen sind als Jungen (Stücker, 2010; Konieczny et al., 2013).

Die konservative Behandlung erfolgt häufig mit einem sogenannten Chêneau-Korsett. Es ist ein rigides Korsett, welches eine dreidimensionale Korrektur der Verkrümmung mittels eines 3-Punkt-Verfahrens vorsieht. Ziel ist eine Korrektur mit Streckung und Entlastung der Wirbelsäulenabschnitte. Zudem unterstützt das Korsett am wachsenden Skelett die physiologische Arbeit des Bewegungsapparats.

Als ein Hauptproblem in der Korsettversorgung gilt die fehlende Adhärenz (Therapiemitarbeit) der Patienten beim Tragen der Orthese (Weinstein et al., 2013). Dies wird bisher mithilfe von thermosensiblen Sensoren im Korsett überprüft, die zur Adhärenzkontrolle durch die Behandler eingesetzt werden können (Zaina, 2014). Die derzeit verfügbare Sensorik kann jedoch keine interaktive Rückmeldung an die Nutzer generieren. Im aktuellen Forschungsprojekt wird ein Multi-Sensorsystem entwickelt, welches den Patienten eine zeitnahe und direkte Rückmeldung über das Trageverhalten gibt und auch Motivationshilfen über mobile Endgeräte bereitstellt.

## 2 Projektaufbau

Um ein ganzheitliches Unterstützungssystem zu entwickeln, werden mehrere Ansätze zur Verbesserung der Therapiemitarbeit untersucht. Im Folgenden werden die drei Projektschwerpunkte dargestellt und in einer Grafik zusammengefasst.

### 2.1 Multisensorsystem

In Studien zur Wirksamkeit der Behandlung in der Korsettversorgung hat sich eine zu geringe Therapiemitarbeit (Quantität, Tragezeit) bei den Patienten gezeigt (u. a. Hunter et al., 2008; Rahman et al., 2010). Sensorbasierte Rückmeldungen an die Patienten wurden bisher kaum genutzt, obwohl direkte Monitoring-Daten zum Therapieverhalten in der Orthesenversorgung optimal abgebildet werden können und die Betreuung der Patienten unterstützen.

Die Messung von Parametern des Therapieverhaltens wie Tragedauer und anliegender Druck erfolgte bereits in Laborstudien (u. a. Lou et al., 2011; Lou, Hill, & Raso, 2010). Das Messsystem wurde dabei zusätzlich für die Rückmeldung der Tragezeit verwendet und konnte diese erhöhen (Lou et al., 2010) bzw. erhalten (Lou et al., 2011). Im aktuellen Projekt wird ein multi-sensorisches Messsystem entwickelt, das Patienten Informationen über das eigene Therapieverhalten anhand von gemessener Tragedauer, anliegendem Druck, Bewegungsumfang und Mikroklima zeitnah rückmelden kann.

### 2.2 Motivationskonzept

Die Projekt-Arbeitsgruppe untersucht, welche Voraussetzungen und Innovationen notwendig sind, um die Motivation zur Einhaltung der Therapieempfehlungen zu verbessern und eine therapiekonforme Nutzung zu gewährleisten. Ansätze zur Verbesserung der Therapiemitarbeit bei unterschiedlichen Maßnahmen wurden bereits erforscht, jedoch nicht im Bereich der Skoliose-Behandlung. Der Informationsbedarf von Patienten ist entscheidend in der Umsetzung der Therapieempfehlungen und erhöht sich durch die zunehmende (mobile) Verfügbarkeit von Daten. In den Befunden aus Cochrane-Reviews<sup>1</sup> zu ähnlichen Behandlungsmaßnahmen, bspw. zur Verbesserung der antiretroviralen Therapie bei Kindern mit HIV-Infektion, zeigte sich, dass Patienten, die sowohl Selfmonitoring als auch eine Wissens- und Kompetenzvermittlung (Selbstregulation) erhielten, längere Zeit die Behandlung mit der antiviralen Therapie fortsetzten (u. a. Bain-Bickley et al., 2011). Das Motivationskonzept mit den geplanten Funktionen wird im Absatz 3 des Beitrages ausführlicher dargestellt.

---

<sup>1</sup> Die Cochrane Collaboration ist ein internationales Netzwerk von Wissenschaftlern, das sich u. a. an den Grundsätzen evidenzbasierter Medizin (EbM) orientiert. Das zentrale Ziel ist die Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen für Entscheidungen im Gesundheitssystem. Dieses Ziel wird vor allem durch die Erstellung, Aktualisierung und Verbreitung systematischer Übersichtsarbeiten (systematic reviews) zur Bewertung von Therapien erreicht. Diese sind über die Datenbank Cochrane Library online zugänglich. <http://www.cochranelibrary.com/>

## 2.3 Gestaltungsempfehlungen für die Orthesenoptimierung

Das Mikroklima zwischen Haut und Skoliose-Orthesen wurde bisher noch nicht systematisch untersucht, kann aber einen wesentlichen Anteil an der Akzeptanz des Hilfsmittels haben, ebenso wie weitere Hilfsmitelegenschaften, wie das Gewicht der Orthese. Von Patienten selbständig genutzte Hilfsmittel stehen bisher wenig im Fokus medizintechnischer Usability-Forschung. Es werden häufiger die Behandler als Anwender betrachtet (vgl. Backhaus, 2010). Die Vorgaben für den Ergonomie-Prozess bei Medizinprodukten werden im Projekt umgesetzt und um den Aspekt der altersgerechten Gestaltung und der besonderen Herausforderungen des "Mitwachsens" ergänzt. Um die Gebrauchstauglichkeit der Produkte und das Nutzererleben der Mensch-Technik-Interaktion zu optimieren, werden u. a. die Herstellungsverfahren, die Materialien und Formgebung untersucht und von einem nutzerzentrierten Standpunkt bewertet. Mit diesen Strategien wurde in der Gestaltung der Hilfsmittel bisher nicht geforscht. Zusammenfassend werden die beschriebenen Forschungsschwerpunkte im Projekt in einer Übersichtsgrafik dargestellt:

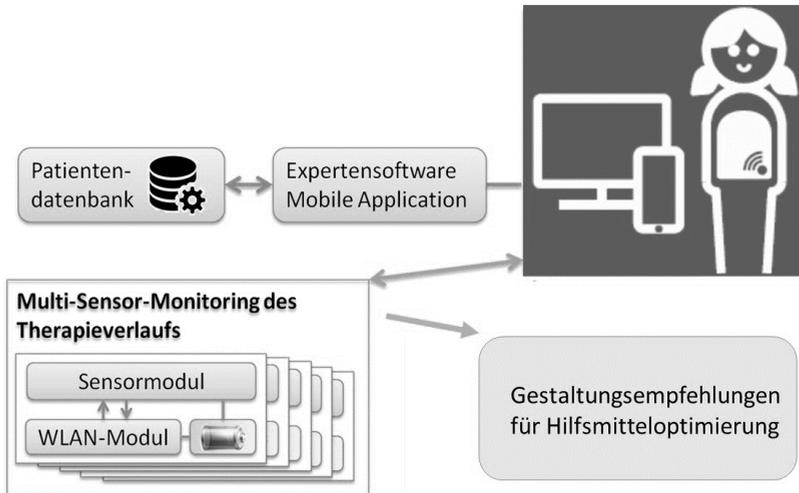


Abbildung 1: Zusammenfassung des Projektaufbaus

## 3 Motivationskonzept für die mobile Applikation

Das Betreuungsangebot während des Therapieverlaufes basiert auf mehreren Theoriemodellen der Gesundheitspsychologie mit dem Schwerpunkt in der Adhärenzsteigerung und Verbesserung von Gesundheitsverhalten. Neben diesen Ansätzen werden auch die Einflussfaktoren auf die Adhärenz, die u. a. Petermann (2004) untersucht hat, einbezogen wie bspw. die Interaktion mit Behandlern sowie die Ortheseneigenschaften. Im Modell der Handlungsphasen von Heckhausen (2010) werden mehrere Schritte der Handlungsregulation beschrieben, auch bekannt als das Rubikon-Modell. Zentral sind die motivationale (Zielauswahl) und die

volitionale (Zielumsetzung) Stufe in der Handlungsregulation. Die erste Handlungsphase beinhaltet die Auswahl zwischen verschiedenen Motiven. Die Entscheidung wird anhand eines Abwägens von Erwartungen und des antizipierten Wertes des Handlungsergebnisses getroffen. Dieser Wert wird anhand des erwarteten Nutzens und der positiven und negativen Konsequenzen (kurz- und langfristig) bemessen (Gollwitzer, 2006). Bei dem untersuchten Therapieverhalten sind die Betroffenen bspw. durch die Einschränkungen aufgrund des Korsetts zeitnah mit negativen Konsequenzen konfrontiert, wohingegen die positiven Konsequenzen bspw. in der Gesunderhaltung und Vermeidung von Rückenschmerzen wenig verhaltensnah erlebt werden. Die Erwartungen bezüglich des Handlungsergebnisses können anhand der App jedoch verhaltenswirksamer eingesetzt werden, bspw. durch eine regelmäßige Erfolgsmeldung. Zudem wird die Zielumsetzung durch Anleitungen unterstützt.

In zahlreichen Interventionsansätzen zur Verhaltensänderung zeigt sich die Bedeutung von Kompetenzen zur Selbstregulation, d. h. wie gut einer Versuchung widerstanden werden kann, um ein langfristiges Ziel zu erreichen und wie eine aversive Situation besser ertragen werden kann, um langfristig einen positiven Effekt zu erzielen (Kanfer, 1991). Einige Autoren haben festgestellt, dass diese Fähigkeit neben gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen auch beruflichen Erfolg und Lebenszufriedenheit beeinflussen kann (Mischel, 2015). Die erforderliche Selbstkontrolle kann durch Anleitungen zur Umsetzung geeigneter Strategien erlernt werden und wurde besonders bei Kindern und Jugendlichen erforscht. Das Grundprinzip beinhaltet, eine mentale Distanz zur erlebten „Jetzt-Situation“ aufzubauen und stattdessen den „späteren Effekt“ stärker zu fokussieren. Dazu eignen sich neben den Dokumentationsfunktionen der geplanten App mit der Darstellung des Therapieverhaltens und der Zielerreichung auch die Anleitung zu wenn-dann-Planungen, um die Selbstkontrolle zu verstetigen. Aufgrund des Selbstmonitorings ist die gezielte Erfassung von Stressmomenten für die Patienten möglich, da sie in der App u. a. ihren Tagesablauf und die Tragezeiten der Orthese planen und überprüfen können.

Bei dokumentierten Situationen, in denen es mehrfach nicht gelungen ist, die Orthese zu tragen, können wenn-dann-Regeln mit der App erstellt werden. Bspw. könnte nach der Schule, wenn sich die Patienten eine Pause vom Korsetttragen gönnen und anschließend vergessen, das Korsett wieder anzuziehen, die App nach der eingestellten Pausenzeit eine Rückmeldung geben, wenn im Korsett weiterhin keine Tragemuster gemessen werden. Wichtig ist dabei, solche Verhaltensweisen anfänglich zu verstärken, um die Veränderungen langfristig zu verankern und Alltagsroutinen zu entwickeln, deren Umsetzung kaum noch Kapazitäten benötigt. Insgesamt sind für die App folgende Funktionen geplant, die von den Patienten individuell je nach Bedarfssituation und Zeitpunkt der Behandlung verwendet werden können:

- Dokumentation des Therapieverlaufes (Tragedauer, Schmerzen, Zielerreichung, etc.)
- Wissensvermittlung (insbesondere am Anfang der Therapie)
- Anleitung zu In-Brace-Übungen und weiteren Trainings zur muskulären Stabilisierung
- Strategien zum Selbstmanagement
- Austausch mit anderen Betroffenen und mögliche Interaktionskonzepte mit Behandlern

## Danksagung

Das regionale Innovationscluster „BeMobil“, in dem das beschriebene Projekt ein Forschungsbereich ist, wird im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Mensch-Technik-Interaktion für den demografischen Wandel“ finanziert. Zudem ist die engagierte Mitarbeit der klinischen Partner Helios-Klinikum Emil-von-Behring und der Hochschulambulanz für Sportmedizin an der Universität Potsdam, sowie der beteiligten Unternehmen CCtec Deutsches Korsettzentrum GbR, nova motum Services and Consulting GmbH und Code Mercenaries Hard- und Software GmbH für den Projekterfolg ausschlaggebend.

## Literaturverzeichnis

- Backhaus, C. (2010). *Usability-Engineering in der Medizintechnik. Grundlagen-Methoden-Beispiele*. Heidelberg: Springer.
- Bain-Brickley, D., Butler, L. M., Kennedy, G. E., & Rutherford, G. W. (2011). Interventions to improve adherence to antiretroviral therapy in children with HIV infection. *The Cochrane database of systematic reviews*, (12), CD009513. doi:10.1002/14651858.CD009513.
- Gollwitzer, P.M. Sheeran P. (2006). Implementation intentions and goal achievement: a Meta-Analysis of effects and processes. In: *Advances in experimental social psychology* 38, S. 69–119. DOI: 10.1016/S0065-2601(06)38002-1.
- Heckhausen, J.; Heckhausen, H. (2010). *Motivation und Handeln*. 4. Aufl. Berlin: Springer.
- Hunter, L. N., Sison-Williamson, M., Mendoza, M. M., McDonald, C. M., Molitor, F., Mulcahey, M. J., Bagley, A. (2008). The validity of compliance monitors to assess wearing time of thoracic-lumbar-sacral orthoses in children with spinal cord injury. *Spine*, 33(14), 1554–1561. doi:10.1097/BRS.0b013e318178864e.
- Kanfer, F. H., Gaelick-Buys, L., Goldstein, A. P. (Ed) (1991). Self-management methods. Helping people change: A textbook of methods (4th ed.). In: *Pergamon general psychology series*. US: Pergamon Press, S. 305–360.
- Konieczny, M. R., Senyurt, H., & Krauspe, R. (2013). Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of children's orthopaedics*, 7(1), S. 3–9. doi:10.1007/s11832-012-0457-4.
- Lou, E., Hill, D. L., & Raso, J. V. (2010). A wireless sensor network system to determine biomechanics of spinal braces during daily living. *Medical & biological engineering & computing*, 48(3), 235–243. doi:10.1007/s11517-010-0575-4.
- Lou, E., Hill, D., Hedden, D., Mahood, J., Moreau, M., & Raso, J. (2011). An objective measurement of brace usage for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Medical engineering & physics*, 33(3), 290–294. doi:10.1016/j.medengphy.2010.10.016.
- Marcano Belisario, J. S, Huckvale, K., Greenfield, G., Car, J., Gunn, L. H. (2013). Smartphone and tablet self management apps for asthma. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 11, S. CD010013. DOI: 10.1002/14651858.CD010013.pub2.

- Mischel, W. (2015). *Der Marshmallow-Test. Willensstärke, Belohnungsaufschub und die Entwicklung der Persönlichkeit*. München: Verlag Siedler, W J.
- Neumayer-Remter, S., Herzog, R. (2015). mHealth – Es fehlt der politische Wille. *42 Das Journal für die deutsche, österreichische und schweizerische Healthcare IT Branche*, 4, S. 45-47.
- Petermann, F. (2004). Non-Compliance: Merkmale, Kosten und Konsequenzen. In: *Managed Care*, 4, S. 30–32.
- Rahman, T., Borkhuu, B., Littleton, A. G., Sample, W., Moran, E., Campbell, S., Bowen, J. R. (2010). Electronic monitoring of scoliosis brace wear compliance. *Journal of children's orthopaedics*, 2010 (4), S. 343–347.
- Stücker, R. (2010). Die idiopathische Skoliose. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*, 5(01), 39–56. doi:10.1055/s-0029-1243953.
- Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Wright, J. G., & Dobbs, M. B. (2013). Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *The New England journal of medicine*, 369(16), 1512–1521. doi:10.1056/NEJMoal307337.
- Zaina, F., De Mauroy, J C, Grivas, T., Hresko, M. T., Kotwizki, T., Maruyama, Negrini, S. (2014). Bracing for scoliosis in 2014: state of the art. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 50 (1), S. 93–110.

### **Kontaktinformationen**

Susanne Dannehl, Laura Doria, Marc Kraft  
Technische Universität Berlin, Fachgebiet Medizintechnik  
Dovestraße 6, Sekr. SG11, 10587 Berlin, Deutschland  
{susanne.dannehl; laura.doria; marc.kraft}@tu-berlin.de  
<http://www.medtech.tu-berlin.de>