Technische Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Biomedizinische Technik, Rehabilitationsklinik Zgorzelec

DIPLOMARBEIT

Weiterentwicklung und Evaluierung einer Methode zur Messung der Druckverteilung bei Kindern mit Haltungsschwäche

Betreuer: Dipl.-Ing. Ralf Zeckay und Dr.-Ing. Grzegorz Śliwiński

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Hagen Malberg

Tag der Einreichung: 03.09.2012

Susan Arnold

Geb. am 28.04.1987

Biographische Angaben

2010	Praktikumssemester bei *BOSCH* in Yokohama, Japan
2008 bis 2012	Hauptstudium der Entwurfstechniken, Informationsverarbeitung, Feinwerktechnik und Biomedizinischen Technik an der *TU Dresden*
2006 bis 2008	Grundstudium der Mechatronik an der *TU Dresden*
2006	Abitur am *Karl-Schmidt-Rottluff-Gymnasium Chemnitz*

Motivation

Im Jahr 2010 wurden in Deutschland etwa 5550 Skoliosen behandelt [Ges-12]. Die Skoliose entspricht einer fixierten Abweichung der Wirbelsäulenform von deren physiologischen Verlauf in der Frontalebene, vgl. Abb. 1 (links). Derartige Fehlformen der Körperhaltung entwickeln sich meist unbemerkt im Kindes- und Jugendalter und können nur in frühzeitigen Stadien erfolgversprechend nichtinvasiv therapiert werden. Aus diesem Grund werden Screening-Untersuchungen zur flächendeckenden Diagnose von Haltungsschwächen in Schulen angestrebt. Bisher gibt es allerdings kein Diagnosegerät, welches für den mobilen Einsatz geeignet ist und nicht die Entkleidung des Oberkörpers erfordert, vgl. Abb. 1 (oben rechts).

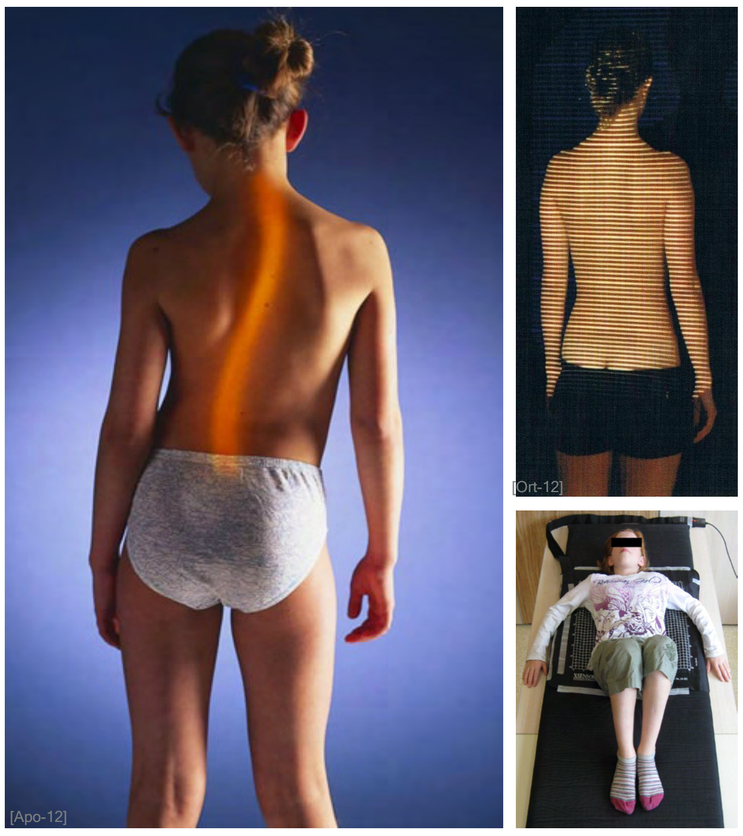

Abb. 1: links: Skoliosepatientin; oben rechts: Diagnose der Körperhaltung mit dem *Formetric-System*; unten rechts: patientenseitiger Messaufbau

Das Messsystem

Diese Arbeit beschäftigt sich daher mit einem diagnostischen Messsystem, das sich aus einer Druckmessmatte der Firma *XSENSOR* zuzüglich einer Patientenunterlage und einem *LabVIEW*-Programm - zur Analyse des Rückendruckprofils eines liegenden Kindes - zusammensetzt. Abb. 1 (unten rechts) zeigt den patientenseitigen Messaufbau und in Abb. 3 ist ein analysiertes Rückendruckprofil dargestellt.

Eine vorangehende Arbeit zeigte bereits anhand von sechs gesunden und sechs an Skoliose erkrankten Kindern, dass sich beide Stichproben mit Hilfe sechs charakteristischer Parameter (von 13 untersuchten) für die vorliegende Datenreihe eindeutig voneinander unterscheiden, vgl. Abb. 4 (oben links). Ein Beispiel für einen solchen Parameter ist der Flächenunterschied der Taillendreiecke, vgl. Abb. 3 (gelb markiert).

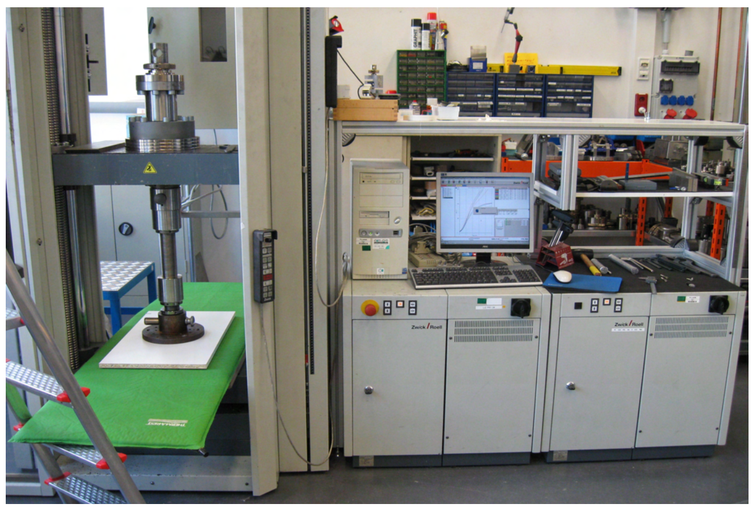

Abb. 2: Unterlagen-Druckversuch am ILK der TU Dresden

Ziel

Das Ziel dieser Arbeit besteht in der Anpassung des vorliegenden Messsystems an die Anforderungen zur Detektion von Haltungsschwächen bei Kindern, in dessen Standardisierung und in der Evaluierung des gewonnenen diagnostischen Messsystems. Haltungsschwächen entsprechen der Vorstufe der Fehlformen der Körperhaltung und erfordern demzufolge eine sensible Diagnostik.

Die Standardisierung

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik verhalfen Druckversuche mit vier verschiedenen Patientenunterlagen, vgl. Abb. 2, zu der Erkenntnis, dass sich Unterlagen mit einer Steifigkeit zwischen 85 und 480 N/mm für die Druckprofildetektion bei Kindern eignen.

Anpassungen des Messsystems

In Kooperation mit der Rehabilitationsklinik in Zgorzelec konnten 134 Schüler mit der Druckmessmatte vermessen werden. Vereinzelte Sensorausfälle der Messmatte, die Schieflage einiger Probanden, die unzuverlässig funktionierende Schultererkennung sowie die Notwendigkeit der Normierung einiger Parameter erforderten eine umfangreiche Anpassung der Software zur Bildgenerierung, -verarbeitung und -analyse. Zusätzlich ermöglichte die Erweiterung des Parametersatzes eine größere Chance, statistische Zusammenhänge festzustellen.

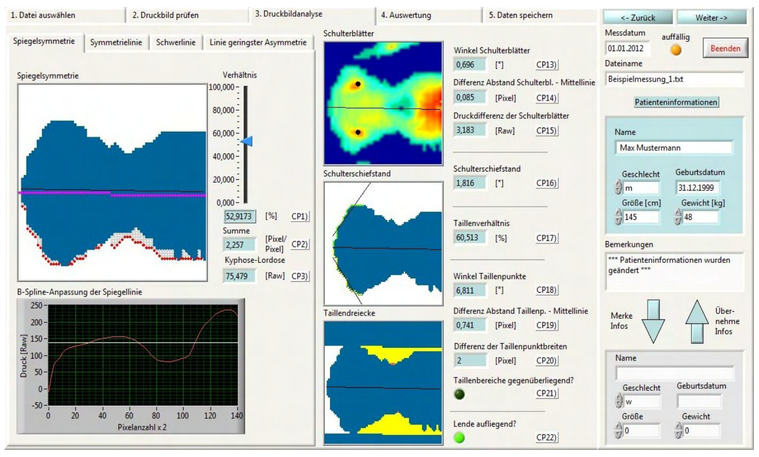

Abb. 3: Angepasste und erweiterte Benutzerschnittstelle

Des Weiteren erfolgte eine vollständige Überarbeitung der Nutzeroberfläche, vgl. Abb. 3. Dabei kam - neben einer intuitiven Bedienbarkeit - speziell der Bereitstellung nützlicher Speicheroptionen und einer Kontrollmöglichkeit der Qualität des aufgenommenen Druckbilds eine große Bedeutung zu.

Statistische Untersuchung

Das binäre Zielkriterium gliedert sich in die Stichproben *gesunde* und hinsichtlich einer Haltungsschwäche *auffällige* Kinder. Der Datenbestand wurde zunächst zufällig halbiert. In einer explorativen Datenanalyse diente die erste Hälfte der Aufstellung einer booleschen Diagnoseformel. Unter Verwendung der zweiten Hälfte der Datensätze zur Validierung verzeichnet das Messsystem damit einen falsch positiven Anteil von rund 22% und einen falsch negativen Anteil von rund 12%.

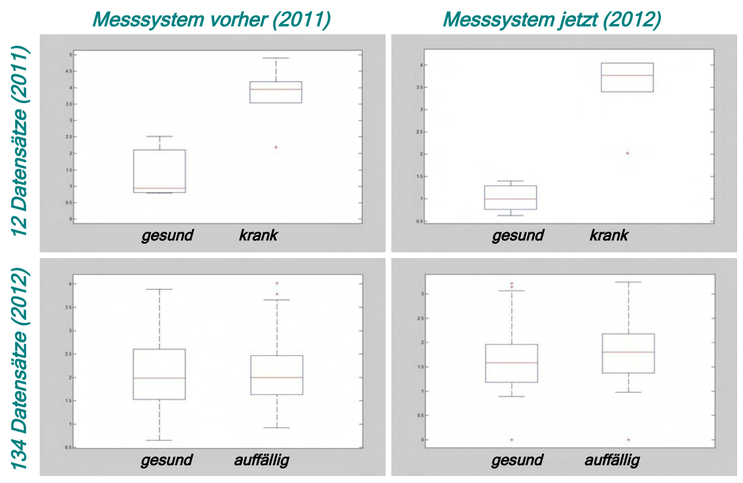

Abb. 4: Übersicht zu den nach Stichproben getrennten Boxplots im Vorher-Nachher-Vergleich; dabei wurden sechs ausgewählte Parameter normiert aufsummiert

Ausblick

Die Zuverlässigkeit des Messsystems sollte mit Hilfe weiterer Probandenmessungen fortlaufend verbessert werden. Dabei ist im Besonderen zu berücksichtigen, dass eine schlechte Druckbildqualität (zum Beispiel eine deutliche Schieflage des Probanden oder sehr grob abgebildete Körperkonturen) zu unzuverlässigen Parameterwerten führt, dass eine detaillierte Referenzdiagnose (Schulterschiefstand, Beckenschiefstand, Plattfuß, usw.) eine bessere statistische Auswertbarkeit ermöglicht und dass damit die Diagnosefunktion des Messsystems mit klassifizierenden statistischen Werkzeugen, wie *Künstlichen Neuronalen Netzen* oder *Support Vector Machines*, trainiert werden kann.

Quellen:

[Apo-12] Apotheken Umschau: Skoliose; URL: http://www.apotheken-umschau.de/multimedia/88/100/147/10252132369.jpg (Stand 01.09.2012).

[Ges-12] Gesundheitsberichterstanttung des Bundes: Diagnosedaten der Krankenhäuser ab 2000; URL: http://www.gbe-bund.de/ (Stand 26.08.2012).

[Ort-12] Orthopädie- und Rehatechnik Dresden: Prospekt zur Bewegungsanalyse und Haltungsanalyse; www.ord.de (Stand 02.08.2012).