

In der Orthopädie- und Reha-Technik fest verankert

Die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Technischen Orthopädie ist in der Regel anwenderorientiert und deshalb eng verknüpft mit der orthopädiotechnischen Versorgung. Die Ergebnisse in Forschungs- und Ganglaboren der Orthopädischen Universitätskliniken, verschiedenen Forschungsinstituten und Hochschulen legen die Grundlagen für Versorgungskonzepte und geben Anstöße für die Fortentwicklung von Hilfsmitteln. In loser Folge stellt ORTHOPÄDIE TECHNIK die relevanten Forschungsgruppen im Bereich Technische Orthopädie, ihre Schwerpunkte und Projekte vor.

3. Teil | Forschungsgruppe Berlin

Fachgebiet Medizintechnik an der Technischen Universität Berlin

von Marc Kraft

Geschichte

Der immense Bedarf an Prothesen im Ersten Weltkrieg konnte nur durch technologische Innovationen gedeckt werden. Der Verein Deutscher Ingenieure schlug damals vor, eine Prüfstelle für Ersatzglieder einzurichten, in der ab 1916 „alle vorhandenen und noch kommenden künstlichen Glieder durch berufene Ärzte und Techniker untersucht und hinsichtlich ihrer praktischen Verwendbarkeit erprobt werden sollten“. Diese „Prüfstelle für Ersatzglieder“ befasste sich später auch mit der Entwicklung und Prüfung von Beinprothesen. Verschiedene Nachfolgeeinrichtungen waren in diesem Aufgabengebiet tätig, ab 1939 die „Reichsstelle für künstliche Glieder“. Nach dem Zweiten Weltkrieg nahm 1947 das „Forschungsinstitut mit Prüfstelle für künstliche Glieder“ in den Räumen der Technischen Universität Berlin seine Arbeit auf und wurde dieser 1949 zugeordnet. Der Schwerpunkt der Aufgaben bestand nun in der technischen Prüfung von orthopädischen Hilfsmitteln im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung (BMA) als Voraussetzung für die Zulassung der Hilfsmittel in der Kriegsopferversorgung. Obwohl diese Tätigkeit der „Prüfstelle für Orthopädische Hilfsmittel“ ab 2001 entfiel, sind das heutige Fachgebiet Medizintechnik der Technischen Universität Berlin und die mit ihr kooperierende Prüf- und Zertifizierstelle für Medizinprodukte Berlin Cert GmbH weiterhin mit ihren Forschungs- und Tätigkeitsschwerpunkten in der Rehabilitationstechnik fest verankert.



Abb. 1 Proband mit verschiedenen Messsystemen zur Optimierung des Gangbildes.

Leitung und Ausrichtung

Zum 1. April 2004 wurde Herr Dr.-Ing. Marc Kraft als Universitätsprofessor und Leiter des Fachgebietes Medizintechnik der TU Berlin in der Nachfolge von Prof. Dr.-Ing. Ulrich Boenick berufen. Seitdem befasst sich das Fachgebiet Medizintechnik mit folgenden Schwerpunkten: mechanische Hilfsmittel zur Rehabilitation (Prothesen für Amputierte, Orthesen, Hilfsmittel gegen Dekubitus), Reinigung und Desinfektion von Medizinprodukten mit besonders hohem Gefährdungspotenzial (Katheter, Chirurgieinstrumente), Entwicklung von Prüf- und Bewertungsmethoden für Medizinprodukte, Entwicklung von Geräten und Instrumenten für die Kardiologie und minimalinvasive Chirurgie. Die Forschung am Fachgebiet Medizintechnik beinhaltet sowohl Grundlagenforschung als auch anwendungsnahe Projekte und wird neben eingeworbenen Drittmitteln der Forschungsförderung der Bundesministerien für Bildung und Forschung sowie für Wirtschaft und Energie und verschiedener Stiftungen auch über industrielle Auftraggeber finanziert. Das Fachgebiet betreibt zwei Labore mit verschiedenen servohydraulischen und elektromechanischen Prüfständen, ein Elektronik- und ein Biolabor, eine mechanische und eine orthopädiotechnische Werkstatt. Zudem steht umfangreiche Mess- und Prüftechnik zur Verfügung. Derzeit hat das Fachgebiet Medizintechnik zwölf wissenschaftliche Mitarbeiter, vier technische und sonstige Mitarbeiter sowie 15 externe Doktoranden.

Netzwerk

Professor Kraft war Mitgründer und ist Sprecher des Zentrums für innovative Gesundheitstechnologie sowie des späteren Zentrums für innovative Technologien in Gesundheit und Ernährung an der TU Berlin, in dem über 50 Fachgebiete der Universität vernetzt werden. Dessen Arbeitsgruppe Rehabilitationstechnik organisiert seit 2007 im zweijährlichen Rhythmus die internationale Konferenz „Technically Assisted Rehabilitation“. Als Sprecher des Fachausschusses „Rehabilitationstechnik“ der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE sowie

als Mitglied im Fachbeirat Technische Orthopädie des Bundesinventionsverbandes für Orthopädie-Technik ist Professor Kraft auch an der Organisation von Tracks auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE (DGBMT) und auf dem OTWorld-Weltkongress beteiligt. Im Verein Deutscher Ingenieure (VDI) ist er Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates und leitet die VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences sowie den VDI-Fachbereich Medizintechnik. Neben Beratertätigkeiten für verschiedene Industrieverbände und Medizintechnikunternehmen, u. a. als Mitglied in zwei Aufsichtsräten, ist er wissenschaftlicher Geschäftsführer der Rehabtech Research Lab GmbH, eines Tochterunternehmens der Fa. Ottobock HealthCare GmbH mit dem Status eines „Instituts an der TU Berlin“ nach Berliner Hochschulgesetz.

In seinen Forschungsprojekten arbeitet das Fachgebiet Medizintechnik eng mit klinischen Partnern vom Biomechaniklabor der Medizinischen Hochschule Hannover (Annastift), der Klinik für Dermatologie der Charité, der Kinderorthopädie am Helios Klinikum Emil von Behring, der Hochschulambulanz (Sportmedizin) der Universität Potsdam sowie mit zahlreichen Unternehmen zusammen. Zu diesen gehören die Sanitätshäuser John + Bamberg GmbH & Co. KG und SanAktiv GmbH, die Prüf- und Zertifizierstelle Berlin Cert GmbH, die Otto Bock HealthCare GmbH, die Medi GmbH & Co. KG, die Fiagon GmbH, die T&T Medilogic GmbH, das Ingenieurbüro R. Schulte sowie die Firmen Code Mercenaries und Nova Motum.

Abgeschlossene Forschungsprojekte in der Rehabilitationstechnik

Untersuchung der Mobilität von prothetisch versorgten Oberschenkelamputierten mit Erfassung der mechanischen Prothesenbeanspruchung: Um die realen Beanspruchungen von Beinprothesen unter Alltagsbedingungen untersuchen zu können, wurden ein mobiles Messsystem und Softwarekomponenten entwickelt, die in der Lage sind, in der Prothese wirkende Kräfte, Momente sowie Kniewinkel über einen repräsentativen Zeitraum zu erfassen, zu speichern und zu analysieren. Mit den Ergebnissen einer einjährigen Studie an 15 Oberschenkelamputierten konnten Normprüfparameter aktualisiert und Verbesserungspotenziale für sicherere Prothesen mit höherer Funktionalität abgeleitet werden [1, 2].

Entwicklung eines Prüfstandes für Beinprothesen (Gangsimulator): Um die beanspruchungsgerechte Entwicklung von Beinprothesen zu unterstützen, wurde am Fachgebiet Medizintechnik der TU Berlin ein Gangsimulator entwickelt. Er ermöglicht eine realitätsnahe, patientenspezifische und reproduzierbare Belastung kompletter Beinprothesen ohne Schaft über den gesamten Gangzyklus. Unter Nutzung von (in der oben beschriebenen Studie erfassten) Belastungszeitfunktionen lassen sich aufwendige Feldversuche durch frei planbare Prüfstandsversuche ergänzen. Die Einsatzbereiche des Gangsimulators reichen von einfachen Funktionstests über die Abstimmung komplett aufgebauter Systeme bis hin zu Dauerfestigkeitsuntersuchungen einzelner Komponenten und Wechselwirkungsuntersuchungen an komplexen Baugruppen [3].

Entwicklung von Prüf- und Bewertungskriterien für Knie-Orthesen: Bei der Prüfung von indikationsbezogenen Qualitätsanforderungen stehen bei funktionellen Knieorthesen die Stabilisierungseigenschaften im Vordergrund. Das hierfür an der TU Berlin entwickelte Prüfkonzept sieht das Aufbringen von relevanten einachsigen Belastungen (A/P-Translation, Innen-/Außenrotation, Varus/Valgus) mit der Aufnahme entsprechender Kraft-Weg- bzw. Moment-Winkel-Kennlinien vor. Dabei ist eine valide Nachbildung der Muskel-/Weichteildeckung zur Modellierung der Kraftübertragung zwischen Orthese und Bein von besonderer Bedeutung. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde dazu ein Beinphantom mit pneumatisch steuerbarer Muskelaktivität entwickelt. Bei rehabilitativen Knieorthesen stehen hingegen die Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Nutzungsdauer und des Wiedereinsatzes im Vordergrund. Dazu wurde im Rahmen des Projektes ein Dauerfestigkeitsprüfstand entwickelt. Mit dem Prüfstand können wesentliche dauerfestigkeitsrelevante Belastungen einschließlich der Aufweitung des Oberschenkels, angelehnt an den Gangzyklus, aufgebracht werden [4].

Untersuchung der Therapiemitarbeit von Orthesenträgern: Es wurde an 79 Patienten über einen Zeitraum von vier Wochen untersucht, wie die Therapiemitarbeit bei der Verwendung von Orthesen in der Rehabilitation

Anzeige

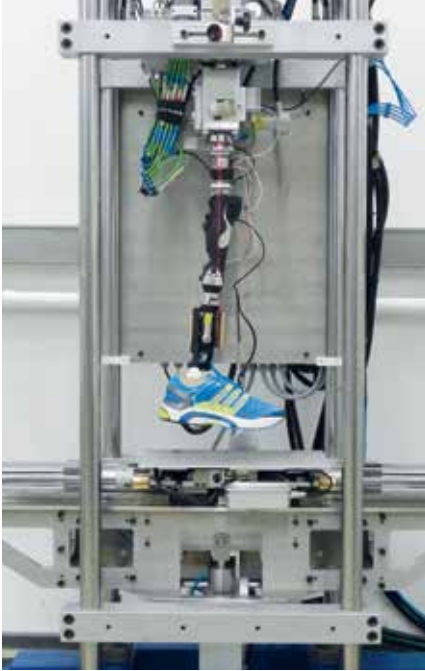


Abb. 2 Gesamtansicht des Gangsimulators.



Abb. 3 Funktionsprüfstand für Knieahmenorthesen.

nach Knie- oder Fußoperationen ausgeprägt ist und welche Faktoren für eine unregelmäßige Verwendung bedeutsam sind. Patienten mit Sprunggelenk-Fuß-Orthesen waren deutlich stärker eingeschränkt und verwendeten die Orthese im Durchschnitt mit 50 % der vorgeschriebenen Zeit regelmäßiger als Patienten mit Knieorthesen, die im Durchschnitt 30 % der Therapieempfehlung erreichten. Zusammenfassend wiesen die Analysen auf verschiedene Möglichkeiten zur Steigerung der Quantität des Trageverhaltens und für die Verbesserung der Qualität der Ortheseverwendung hin [5].

Laufende Forschungsprojekte in der Rehabilitationstechnik

Bewertung und Verbesserung mikroklimatischer Eigenschaften von medizinischen Hilfsmitteln: Eine wesentliche Hilfsmittelleigenschaft stellt das sich einstellende Mikroklima (Zusammenwirken von Feuchte und Wärme) im Kontaktbereich an der Hautoberfläche dar. Werden über eine längere Zeit spezifische Feuchtwerte überschritten, führt dies in Kombination mit mechanischen Belastungen zu unangenehmen, ggf. krankhaften Irritationen der Haut (z. B. Druckgeschwüre, Absterben von Gewebe). Im Projekt KliMed-HM werden erstmals grundlegende Untersuchungen zum menschlichen Transpirationsverhalten im Kontakt mit verschiedenen Hilfsmitteloberflächen unter Nutzung dermatologischer Messtechniken durchgeführt. Sie definieren die Anforderungen an neue physikalische Modelle, die als Prüfsystem das Transpirationsverhalten des Menschen an Hilfsmitteloberflächen reproduzierbar nachbilden und die mikroklimatischen Eigenschaften konventioneller und innovativer Hautkontaktmaterialien künftig objektiv bewertbar machen.

Zweckformdigitalisierung in der Orthopädietechnik: Basierend auf der Technologie elektromagnetischer klinischer Navigationssysteme wird in dem kürzlich gestarteten Projekt ein System zur taktilen Digitalisierung von Oberschenkelstümpfen entwickelt. Der Stumpf soll vom Orthopädie-Techniker mit der Hand abgeformt werden, wobei die individuell zu ertastenden Knochenvorsprünge unter Berücksichtigung von Weichgewebeverschiebungen in die Stumpfdatenerfassung einbezogen werden können.

So kann die anschließende CAD-CAM-Fertigung von Testschaftsystemen nicht nur anhand von Umfangs- und Längenmaßen, sondern auf der Basis zahlreicher Messpunkte der individuellen Stumpfcharakteristik (Zweckform) erfolgen.

Innovationscluster BeMobil „Bewegungsfähigkeit und Mobilität wiedererlangen“: Kürzlich startete die TU Berlin gemeinsam mit 17 weiteren Forschungs-, Klinik- und Firmenpartnern die Arbeit des Verbundes in Berlin-Brandenburg, in dessen Fokus die Unterstützung beim Wiedererlangen der eigenständigen Bewegungsfähigkeit und Alltagsmobilität motorisch eingeschränkter Menschen steht. Im Teilprojekt C entsteht am Fachgebiet Medizintechnik ein umfassendes Versorgungskonzept bei der Hilfsmittelnutzung mit der Interaktion von Patienten und Therapeuten. Dazu werden eine messtechnisch optimierte Bewertung der Prothesenversorgung und eine sensorgestützte Dokumentation des Patientenverhaltens beim Tragen von Rumpforthesen entwickelt, um die Qualität der Versorgungen verbessern und sichern zu können. Ebenso werden Maßnahmen zur Förderung der Patientenzufriedenheit, Patientenmotivation und Qualitätssicherung in das Konzept integriert.

Das Fachgebiet Medizintechnik wird auch in Zukunft seine bewährten Forschungsschwerpunkte in der Orthopädie- und Rehabilitationstechnik in enger Kooperation mit klinischen, handwerklichen und industriellen Partnern fortsetzen. Aktuell wird mit Partnern an der TU Berlin und der Humboldt-Universität für die Beantragung eines DFG-Graduiertenkollegs ein Forschungskonzept erarbeitet, in dem sensorgestützt Informationsrückkopplungen an Hilfsmittelnutzer, an Produktentwickler und an Behandler für optimierte Versorgungsprozesse eingesetzt werden können. Weiterhin werden die Anforderungen zur Integration innovativer technischer Systeme zur Befähigung und Kompetenzverbesserung der Nutzer in die vorhandenen Versorgungsstrukturen analysiert und die Implikationen für die Makroebene der Gesundheitssystembedingungen untersucht.

Ausblick

Das Fachgebiet Medizintechnik wird auch in Zukunft seine bewährten Forschungsschwerpunkte in der Orthopädie- und Rehabilitationstechnik in enger Kooperation mit klinischen, handwerklichen und industriellen Partnern fortsetzen. Aktuell wird mit Partnern an der TU Berlin und der Humboldt-Universität für die Beantragung eines DFG-Graduiertenkollegs ein Forschungskonzept erarbeitet, in dem sensorgestützt Informationsrückkopplungen an Hilfsmittelnutzer, an Produktentwickler und an Behandler für optimierte Versorgungsprozesse eingesetzt werden können. Weiterhin werden die Anforderungen zur Integration innovativer technischer Systeme zur Befähigung und Kompetenzverbesserung der Nutzer in die vorhandenen Versorgungsstrukturen analysiert und die Implikationen für die Makroebene der Gesundheitssystembedingungen untersucht.

LITERATUR:

- [1] Oehler S, Pusch M, Kraft M. Langzeituntersuchung zur Mobilität und Prothesenbelastung von Oberschenkelamputierten. Med.-Orthopädische Technik, 2010; 3: 16-24
- [2] Oehler S. Mobilitätsuntersuchungen und Belastungsmessungen an Oberschenkelamputierten, Dissertation an der TU Berlin, Forschung für die Rehabilitationstechnik. Berlin: De Gruyter, 2015, im Druck
- [3] Wulff W, Kraft M. Entwicklung eines Gangsimulators für Beinprothesen, Orthopädie-Technik, 2009; 5: 310-318
- [4] Hochmann D. Prüf- und Bewertungsmethoden für Knieorthesen, Dissertation an der TU Berlin, Forschung für die Rehabilitationstechnik. Berlin: De Gruyter, 2012
- [5] Dannehl S. Methoden zur Verbesserung der Therapiemitarbeit bei medizinischen Hilfsmitteln, Dissertation an der TU Berlin, Forschung für die Rehabilitationstechnik. Berlin: De Gruyter, 2013