



Profil der interdisziplinären Gruppe Bionische Medizintechnik des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Ansprechpartner:

Dr. rer. nat. MBA Oliver Schwarz
Gruppenleiter Bionische Medizintechnik

Abt. Biomechatronische Systeme

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Germany
Telefon +49 711 970-3754, Fax +49 711 970-953727
mailto:Oliver.Schwarz@ipa.fraunhofer.de

http://www.ipa.fraunhofer.de/biomechatronische_systeme.html

Kompetenzen:

Die interdisziplinäre Gruppe »**Bionische Medizintechnik**« überträgt Prinzipien, die in der Tierwelt erfolgreich sind, auf technische, insbesondere **medizintechnische Anwendungen**. Die Bionik kann nahezu überall in der Technik für Optimierung und Problemlösungen dienen, eignet sich aber besonders gut für medizintechnische Fragestellungen wie beispielsweise bei der Neuentwicklung von **Implantaten, Prothesen und Exoskeletten** sowie **chirurgischen Instrumenten**. Nicht nur Tiere, sondern auch der Mensch selbst dient als Modell zur Entwicklung von naturnahen Körper-Ersatzteilen wie Implantaten und Prothesen.

Bionisches und ergonomisches Design wie auch dessen Umsetzung in Hardware sind weitere Stärken der Gruppe »Bionische Medizintechnik«. Häufig können die komplexen Freiformflächen von biologischen oder naturinspirierten Objekten nur durch generative Methoden hergestellt werden. Die Arbeitsgruppe nutzt und entwickelt konsequent den **3D-Druck** für die zeit- und qualitätsoptimierte Herstellung von individuell auf den Patienten angepassten Leichtbau-Prothesen.

Die Gruppe fokussiert sich im abteilungsübergreifenden Forschungsgebiet »**körpergetragene Maschinen und Softrobotic**« auf Systemaufbau, Mensch-Maschine-Schnittstelle und Ergonomie. Der Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf kundenspezifischer, individueller Konzepte für **aktiv angetriebene Systeme am Körper (Exoskelette)**, für spezifische Montage-, Logistik- oder Produktionsaufgaben sowie für Reha-Anwendungen wie beispielsweise aktiv angetriebene Orthesensysteme für die Beübung von Gliedmaßen nach Lähmungen.

Naturformen haben zudem auch einen hohen ästhetischen Reiz. Die Formgebung der belebten Natur resultiert aus langwierigen Optimierungsprozessen, d. h. jede Kante und Struktur besteht nicht zufällig, sondern hat eine begründbare Funktion. Deshalb legt die Gruppe »Bionische



Medizintechnik« Wert darauf, dass die Formgebung von bionisch inspirierten chirurgischen Instrumenten, Prothesen oder Orthesen ein **ästhetisch-bionisches Aussehen** erhält. An dieser Stelle ist »**form follows function**« von großer Wichtigkeit. Das heißt, dass Form und gegebenenfalls Farbe in ihrer Funktion begründbar und sinnvoll sein müssen – vor allem aus Sicht der Ergonomie, Gewichtsreduktion und Usability.

Weiterführende Links:

<http://www.ipa.fraunhofer.de/implantate.html>

<http://www.ipa.fraunhofer.de/exoskelette.html>

http://www.ipa.fraunhofer.de/generative_orthopaedie.html

Projekte / Fachthemen:

Biomimetische Venenklappenprothesen: drei naturimitierende Prinzipien wurden im Rahmen des Innonet-Projekts angewandt und darauf basierend die weltweit erste Polymerveneklappe hergestellt

1. Aufbau aus Gradientenmaterialien (Schichten verschiedener Shorehärten),
2. naturimitierendes Klappendesign mit Bulbennachbildung (parametrisiertes Design) und
3. antithrombogene Glycocalyx-Oberflächenbeschichtung zur Vermeidung von Thrombenbildung

Vorbild war die dreisegelige Aortenklappe des Herzens, die mechanisch robuster ist als die zweisegelige biologische Venenklappe.

Weitere Partner des Projektes waren: AME – Institut für Angewandte Medizintechnik, be innovative GmbH, Biofluidix GmbH, Hemotec GmbH

Bionische Knochenstanze

Firma S&A Martin beauftragte Fraunhofer IPA mit der Entwicklung einer neuartigen Knochenstanze mit integrierter Resektataufnahme in Form einer Einweg-Patrone. Bisher gab es kein vergleichbares Instrument und die Neuentwicklung sollte dann auch mit einem Patent gewürdigt werden. Die Fraunhofer-Experten unterstützten in:

- Entwicklung der Patronengeometrie
- Konzeptionierung, Entwurf, Simulation, Realisierung und Untersuchung möglicher Prinzipien zum Transport und insbesondere Rückhalt des Resektats in der Patrone
- Untersuchung einsetzbarer Kunststoffe, insbesondere hinsichtlich der realisierbaren Toleranzen, Formbeständigkeit bei Sterilisation und Lagerung und Entsorgung
- Untersuchung der zur Realisierung der Patronen notwendigen Bearbeitungsverfahren (Spritzen, Extrusion, Laserschweißen, ...)



- Fertigung und Bereitstellung von Patronen-Funktionsprototypen
- und der Patentrecherche und Patentierung

Für die angestrebte Technische Funktionalität, der aktive Transport der Resektate durch rein passive Schneidebewegungen der Knochenstanze, wurde der Schluckmechanismus von Schlangen als Vorbild genommen („Anakonda-Prinzip“)

Desweiteren wurde das Abtrennen von Fleisch, Knochen und Knorpel bis zu 50% kraftsparender und mit sauberem Schnitt realisiert, indem die Funktion des Reißzahns von Fleischfressern technisch übertragen wurde.

Bohren nach Vorbild der Hautflügler

Das Fraunhofer IPA hat einen neuartigen Bohrer entwickelt, der Löcher mit eckigem Querschnitt bohren kann. Bei der Innovation »Sirex™« haben sich die Wissenschaftler von der Bohrtechnik der Hautflügler inspirieren lassen. Einerseits halten in den eckigen Löchern Dübel besser, andererseits muss beim Bohren weniger Kraft aufgewendet werden.

Bei ihrer Innovation wurde das rotationsfreie Pendelhub-Prinzip von Holz- und Schlupfwespen auf den Bohrer übertragen. Die Hautflügler bohren mit dieser Technik bis zu sechs Zentimeter tiefe Löcher ins Holz, um ihre Eier abzulegen. Das neue Gerät bietet gegenüber herkömmlichen Anwendungen erhebliche Vorteile. In den Löchern mit drei- oder mehreckigem Querschnitt halten Dübel besser, da nichts durchdrehen kann. Außerdem lässt sich der neuartige Bohrer im Weltall oder unter Wasser nutzen, wo es schwierig ist, eine hohe Gegenkraft aufzubringen.

»Sirex™« selbst wurde für medizinische Anwendungen optimiert, insbesondere beim Einsetzen von Hüftprothesen. Bei der aufwendigen OP müssen Chirurgen bisher von Hand ein Loch mit eckigem Querschnitt in den Oberschenkel des Patienten bohren. Diese Arbeit kann mit dem Pendelhub-Bohrer erheblich erleichtern und die Präzision erhöht werden.

Anforderungen an die Raspel sind u.a., dass sie leicht zu reinigen und sterilisieren sind. Diese können mittels 3D Lasersintern oder mit einer 5-Achsfräsen hergestellt werden.

Exoskelett für die Produktion

Im Rahmen des aktuell laufenden Fraunhofer internen E³-Produktion Forschungsprojektes wird ein Exoskelett für die Produktion entwickelt, das

- die Wirbelsäule und Armgelenke bei repetitiven Tätigkeiten entlastet,
- durch das Leichtbau-Grundgerüst passiv unterstützt
- beim Heben von Lasten aktiv unterstützt

Forschungsinhalte

- Adaptierbare, am Körper getragene Unterstützungsstrukturen
- Auf menschliche Biomechanik abgestimmte Regelung
- Sensorik und Algorithmen zur Erkennung des Benutzerwunsches



- Evaluierung der Benutzerakzeptanz

3-D gedruckte Prothesen und Orthesen

Das Fraunhofer IPA forscht seit mehreren Jahren an der Kombination von **Bionik und 3D-Druck** für den Einsatz in der Medizintechnik. Der Fokus beruht dabei auf kunststoffbasierten Verfahren mit dem Einsatzgebiet in der **Herstellung individueller Orthesen und Prothesen**. Dabei werden selektives Lasersintern (SLS), wie auch das Fused Deposition Modelling (FDM) eingesetzt, um hochbelastbare und zugleich extrem leichte Produkte zu entwerfen. Die Entwicklungen haben bereits den Prototypenstatus hinter sich gelassen. So sind Kinderorthesen in Kooperation mit der Orthopädietechnikfirma Gottinger bereits im Feldversuch erfolgreich getestet worden, aber auch ein **DIN EN ISO 10328 zertifizierter Prothesenfuß** wird über ein **Fraunhofer Start-Up** in den Markt gebracht. Auch wird bei der Entwicklung von Leichtbaustrukturen **Topologieoptimierung** eingesetzt und **Diatomeenstrukturen** werden übertragen.

Kooperationsangebot:

- gemeinsame Forschung und Entwicklung
 - Verbundförderprojekte
 - Auftragsforschung / Drittmittelprojekte
- fachliche / wissenschaftliche Beratung
- Testreihen
- Demonstratorenbau
- Recherchen und Machbarkeitsstudien
- Praktikumsplätze
- Bionik-Ringvorlesung
 - standortintern
 - standortübergreifend
- Bildung, Aus- und Weiterbildung für
 - Studierende
 - Berufstätige über die Stuttgarter Produktionsakademie (www.stuttgarter-produktionsakademie.de/)

Studierendenprojekte in Form von

- Semesterarbeiten
- Bachelorarbeiten
- Masterarbeiten