

## Grundlegende material- und verfahrenstechnische Entwicklungen zur Integration kognitiver Eigenschaften in textile Flächen mit bionischen Lösungsansätzen

Dr. Wolfgang Scheibner, Dipl.-Ing. Matthias Feustel, Textil- Forschungsinstitut (TITV) e.V, Greiz, Zeulenrodaer Straße 42, 07973 Greiz

Dipl.-Ing. Irina Gavrilova, Dr. Cornelius Schilling, Technische Universität Ilmenau, FG Biomechtronik, PF 100 565, 98684 Ilmenau

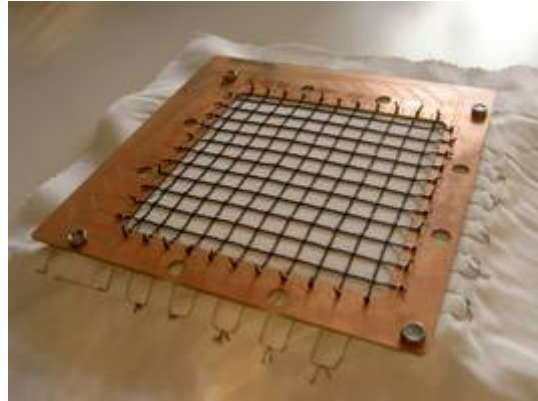
**Kontaktadresse:** [biomechatronik@tu-ilmenau.de](mailto:biomechatronik@tu-ilmenau.de)

---

In dem hier vorgestellten Projekt wird ein flexibles Sensorarray mit vorgegebener Steifigkeit der Trägerstruktur im Hinblick auf eine Verwendung in Medizin oder Robotik entwickelt. Als Vorbild für diese sensorisierte Fläche wurde menschliche Haut als größtes sensorisches Organ des Menschen genommen.

Im Laufe dieser Arbeit soll die Vielfalt aller anatomischen Komponenten, die ein Einfluß auf die Signalübertragung nehmen (Reizleitungsapparat), analysiert werden und auf der Basis dieser Kenntnisse ein technisches Modell realisiert werden. Zu solchen Komponenten gehören die Schichtung der Haut, die Gewebeeigenschaften der Schichten, Grenzflächenstruktur (Papillen) und Typen und Verteilung der Mechanorezeptoren in den Schichten der Haut.

Der Großteil der Sensoren liegt an der Grenzfläche mechanisch differenzierter Schichten – der papillären Dermis. Die Papillarschicht grenzt unmittelbar an die Epidermis und ist mit ihr durch sog. Bindegewebspapillen verzahnt. Höhe und Anzahl der Papillen hängen von der lokalen mechanischen Beanspruchung ab. Der Druck auf die Hautoberfläche bewirkt einen messbaren Versatz an den Flankenflächen der Papillen und könnte somit zur Modulation mechanischer stimuli führen.



In der Haut sind verschiedene Mechanorezeptoren vorhanden, die spezifische Funktionen erfüllen. Als bionische Analogie zur Hautfunktion kann ein technisches Model aufgebaut werden, welches aus Textillagen mit unterschiedlicher Konsistenz und Oberflächenstruktur besteht. Sensoren verschiedener Arten werden in die Flächen oder auf die Grenzflächen eingesetzt.

Als Trägerstruktur wurden in dem Projekt Textilgewebe ausgewählt, da sie folgende Vorteile gegenüber den anderen Stoffen besitzen:

- Möglichkeit der Aufbau in mehrschichtige Systeme
- Variationen von Grenzflächenstrukturen
- unterschiedliche Faserverlauf

Als Sensor kommt graphitdotiertes Silikon in Frage, das, dank seiner Flexibilität und der Fähigkeit, unter Dehnung den elektrischen Widerstand zu ändern, als Sensor verwendet werden kann. Die Beschaffenheit als Fäden oder Plättchen lässt seine Einbindung in textile Gewebeformen zu, ohne die funktional wichtige Nachgiebigkeit und Flexibilität zu ändern. Es ist natürlich auch zu überlegen, andere Sensorarten in das System einzubetten.

Die räumliche Anordnung der Sensoren in der textilen Matrix kann so gestaltet werden, dass neben einem Auflagedruck als Normalkraft auch mitgeführte Kräfte (Scherkräfte, Torsions- und Biegemomente) aufgenommen und getrennt detektiert werden können.

Als weitere Ausbaustufe werden Aktoren in eine Schicht integriert. Als Aktoren werden Silikonelastomerschläuche mit dem Durchmesser 3 – 6 mm verwendet, die durch eine pneumatische Druckbeaufschlagung von maximal 2 bar gestrafft oder gerichtet verformt werden. Mit Hilfe solcher Aktoren kann die Steifigkeit des Sensorsystems während der Messung geändert werden, was die Adaptivität des Systems an die äußeren Einflüsse verbessert.

---

Die Integration mit dem hier vorgestellten Effekt der mechanischen Adaptivität der Trägermatte eines Sensorarrays soll zu einer Verbesserung der Anwendung in verschiedenen Bereichen der Robotik, Automobilbau und Medizin (Prothetik, Orthetik, ReHa-Mittel) führen. Potenzielle Einsatzgebiete solcher Geweben mit Aktor-Sensor-Integration wären die Messung von Druckverteilungen in den Schuheinlagen (Pedographie), Bandagen mit Massagewirkung, Matratzen und Polsterschichten zwischen den Prothesen und Körperteilen zur Dekubitus-Prophylaxe. Vor allem kann ein durch Binnendruck erzeugtes Off-set den Messbereich des so vorgespannten Sensorsystems erweitern, um individuelle Varianzen auszugleichen (z. B. bei der Körpermasse). Die aktive Formanpassung eröffnet wiederum die Möglichkeit, sensorisierte Bandagen bei individuell veränderlicher Körperkontur den bündigen, faltenfreien und somit messsicheren Sitz zu ermöglichen.

---