

ADAPTIVE ABSTANDSGEWIRKESTRUKTUREN

Projektleiter: Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Heinrich

Laufzeit: 08/06 – 11/07

Im Rahmen des Verbundprojektes „**Entwicklung adaptiver Abstandsgewirkestrukturen für den Einsatz zur Dekubitusprophylaxe**“ hat die Cetex das Teilprojekt „**Integration des textiltrenden FGL-Materials in 3D-Abstandsgewirkestrukturen**“ bearbeitet. Dabei lag das Augenmerk nicht nur auf den Einbindungs- und Fixierungsmöglichkeiten der FGL-Drähte, sondern auch auf der maschinenbautechnischen Umsetzung bis hin zur Herstellung erster Versuchsmuster.

Ausgangssituation

Die Anzahl von pflegebedürftigen Menschen nimmt aufgrund des ansteigenden Altersdurchschnitts permanent zu. Gerade bei polymorbiden und schwerstkranken Patienten ist eine Dekubitusprophylaxe notwendig und ein Indikator für die Qualität der Behandlung. Die Ursache von Dekubitus (Druckgeschwür) ist eine lokale Druckbelastung beim langen Liegen, insbesondere an Stellen mit geringer Weichteildeckung wie z. B. Fersen, Knöchel, Kreuzbeinbereich, Ellenbogen, Schulterblätter, Ohren, Hinterhaupt. Durch eine entlastende Lagerung mit möglichst optimaler Druckverteilung der Kontaktfläche kann die Gefahr der Dekubitusentstehung deutlich verringert werden.

Forschungsziel

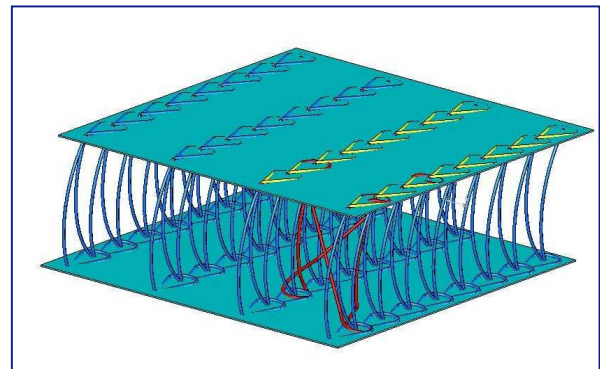
Das Ziel des Vorhabens war die Entwicklung und Erprobung einer adaptiven Abstandsgewirkestruktur. Eingebundene Drähte aus Formgedächtnislegierungen (FGL) sollen Stellen erhöhten Oberflächendrucks erfassen und dementsprechend durch lokale Änderung der Steifigkeit der Auflagefläche eine gleichmäßige Druckbelastung herbeiführen. Diese adaptiven Abstandsgewirke sollen Grundlage einer neuartigen Antidekubitusmatratze sein. Diese wird aufgrund der integrierten adaptiven Abstandsgewirke folgende Eigenschaften besitzen:

- Abstandsgewirke zeichnen sich durch hohe Luftzirkulation und somit einem hohen Grad an Feuchtigkeitsabtransport aus.
- Die eingebundenen FGL-Drähte erfahren durch Änderung des Oberflächendrucks eine Änderung des elektrischen Widerstandes. Durch Bestimmung des Widerstandsgradienten bezüglich der Oberfläche können die Stellen ungleichmäßiger Belastung bestimmt werden.

- Die Erwärmung eines FGL-Drahtes durch Bestromung bewirkt eine Phasenumwandlung von Martensit in Austenit und somit eine lokale Änderung der Steifigkeit. Dies soll zur Einstellung der optimalen Oberflächendruckverteilung genutzt werden.
- Die integrierte Elektronik wendet einen Regelalgorithmus an, der die Bestromung der FGL-Drähte auf Grundlage der gemessenen Widerstandsverteilung vornimmt.
- Sowohl die Abstandsgewirke als auch das FGL-Material können genügend hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Damit ist die Möglichkeit, Dampfdesinfektionsverfahren anzuwenden, gegeben und die Wiederverwendbarkeit der Matratze gewährleistet. Durch textile Gelenke ist eine individuell einstellbare Liegeposition möglich.

Forschungsergebnis

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden zunächst die theoretischen Einbindungsmöglichkeiten



Einbindung Abstandsfäden: Sendordraht: gelb, Aktordraht: rot

Im Anschluss daran wurden erste Vorversuche zur Drahtverarbeitung durchgeführt. Ziel der Vorversuche war es, über die Einarbeitung eines Drahtes in ein Abstandsgewirke einer Dicke von ca. 25 bis 30 Millimetern sowohl in die Fläche als auch als Polfaden erste Erfahrungen mit der Verarbeitung von FGL-Drähten zu sammeln. Die Verarbeitung von FGL-Drähten ist auf einer Wirkmaschine grundsätzlich möglich. Die Verarbeitung der Drähte erfolgte mit nur sehr langsamer Maschinengeschwindigkeit. Die Drahtdicke sollte möglichst 0,15 Millimeter nicht überschreiten.

ADAPTIVE ABSTANDSGEWIRKESTRUKTUREN

Im nächsten Schritt wurden Funktionsmuster mit mehreren Drähten auf der Wirkmaschine mit dem Ziel hergestellt, erste Muster für eine Antidekubitusmatratze mit aktiv einstellbaren Eigenschaften zu schaffen. Sie soll aus einer Sensorschicht und einer Aktorschicht bestehen.

Die Sensorfunktion von in die Deckfläche eingebrachten FGL-Drähten ergibt sich aus einer messbaren Widerstandsänderung durch Dehnung der Drähte. Um diese Dehnung messtechnisch auswertbar zu machen, müssen der Sensordraht oder Teile davon möglichst gestreckt im Funktionsmuster mit zwei Einspannstellen liegen. Für die Herstellung der Funktionsmuster wurden die FGL-Drähte als Franse in Kombination mit textilem Schuss, als Schuss in Verbindung mit textiler Franse, als Stehschuss in Verbindung mit textiler Kombibindung und in Trikotbindung eingearbeitet. Die Einarbeitung der FGL-Drähte als Trikot brachte die besten Ergebnisse und erhält auch den textilen Charakter (keine rauen Oberflächen etc.) des Produktes. Es ergaben sich wiederholbare Widerstandsänderungen durch Drahtdehnung von 0,4 % bei optimalen Messbedingungen. Messtechnisch gesehen reichen diese Widerstandswerte jedoch nicht, um auch geringe Belastungen bei vertretbarem Aufwand verlässlich zu messen. Das Prinzip der Druckmessung mittels Formgedächtnisdraht wurde aus den genannten Gründen verlassen. Als Alternative wurde ein kapazitives Messverfahren zur Anwendung gebracht.



Sensordraht in Trikotbindung

Die Verarbeitung von Aktordrähnen als Polfäden auf einer Wirkmaschine erwies sich als problematisch. Unpolierte Drähte ließen sich u. a. durch zu hohe Reibung an den Fadenleit- und Wirkelementen schlecht bis überhaupt nicht verarbeiten.

Die Verarbeitung von polierten Drähnen war etwas einfacher. Insgesamt ist die Krümmung der Aktordrähnen für die Verarbeitung sehr ungünstig. Durch sehr viele Maschinenanpassungen konnten Funktionsmuster für Versuchszwecke hergestellt werden.

Eine Serienfertigung der textilen Bauteile ist aber so nicht möglich. Um das zu realisieren, müssen folgende Lösungsmöglichkeiten zur Umsetzung gebracht werden:

- Einsatz von polierten Drähnen
- Drahtanzahl (Fadenanzahl) mindestens 45
- Schären der Drähnen auf einen Kettbaum
- Genaue Bestimmung und Einstellung der Fadenzuführwerte an der Wirkmaschine
- Veränderungen an den Wirkwerkzeugen (steifere Nadeln, Lochnadeln mit wenig scharfen Kanten bzw. Röhrchen)

Die durchgeführten Messungen an mit Aktordraht hergestellten Funktionsmustern erbrachten den Nachweis des Aktorprinzipes. Steifigkeitserhöhungen um den Faktor 5 und eine Entlastung um 15 Millimeter Quecksilbersäule bei Austenitbildung konnten nachgewiesen werden.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Denkbar ist nicht nur die Verwendung der adaptiven Abstandsgewirke in Matratzen, sondern auch in Kissen- und Polsterstrukturen. Als Zielmärkte sind neben dem medizinischen und REHA-Bereich weltweit z. B. Bürostuhlanbieter sowie Sitz- bzw. Sitzauflagenanbieter in den Bereichen PKW, LKW, Bau- und Landmaschinen sowie Flugzeugbau denkbar.



Minimatratze mit integrierten Abstandsgewirken