

**Kontinuierliche Fertigung von 3D-
Smart Textiles-Bandgewebe am
Beispiel funktionalisierter
Evakuierungsmatten**

**Patrycja Bosowski, Yves-Simon Gloy,
Prof. Stefan Jockenhoewel, Prof. Thomas
Gries**

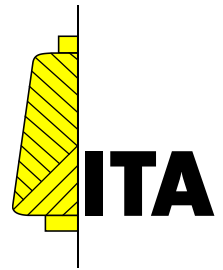
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen
University (ITA), Aachen

Einleitung

Technische Textilien und Medizintechnik sind Zukunftsfelder, die für die Band- und Flechtindustrie von wachsender Bedeutung sind. In dem vom BMBF geförderten KMU-innovativ Projekt „Kostbar“ wird eine kontinuierliche und kostengünstige Fertigung von funktionalisierten Evakuierungsmatten als Medizinprodukt entwickelt. Es wird ein Produktionsverfahren für 3D-Bandgewebe mit leitfähigen Garnen erarbeitet. Diese Entwicklung verbindet die Vorteile einer 3D-Gewebestruktur und ihrer schnellen Herstellungsweise mit den elektrischen und sensorischen Funktionen von Smart Textiles. Dazu wird das Konzept eines kontinuierlich gefertigten, textilen Drucksensors in einer funktionalisierten Evakuierungsmatte umgesetzt.

Szenario

Bettlägerige Menschen in Krankenhäusern oder Pflegeheimen sind insbesondere in Gefahrensituationen bei Brandunfällen existenziell auf fremde Hilfe angewiesen. Im Brandfall sind die Aufzüge defekt oder nicht zu nutzen, so dass die Rettung aufzugsunabhängig durch die Treppenhäuser erfolgen muss. Evakuierungsmatten werden dabei zwischen Lattenrost und Matratze platziert und dienen



Institut für Textiltechnik
der RWTH Aachen

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Dipl.-Wirt. Ing.
Thomas Gries

14.11.2012

Unser Zeichen.: Gr/BW

Sachbearbeiter:
Benedikt Wendland

dazu bettlägerige Menschen schnell und effektiv zu evakuieren. Obwohl Evakuierungsmatten helfen Menschenleben zu retten, werden sie häufig aus Kostengründen nicht eingesetzt. Es fehlt an zusätzlichem Nutzen für die Verwendung von Evakuierungsmatten, um sie erfolgreich am Markt zu etablieren.

Ziel und Vorgehensweise

Da Evakuierungsmatten stets unter der Matratze liegen und damit unter dem Patienten, eignet sich diese Platzierung besonders zur Detektion der Gewichtsverteilung und der damit einhergehenden Position des Patienten. Um die Gewichtsverteilung mit den Evakuierungsmatten abbilden zu können, werden die eingesetzten Bandgewebe um die Funktionalität der Drucksensorik erweitert. Damit bildet das eingesetzte 3D-Bandgewebe eine Positions- und Anti-Dekubitusüberwachung ab. Die Sensorik wird gänzlich als Textil gefertigt und auf Basis von leitfähigem Bandgewebe als kapazitive Drucksensorik in die Evakuierungsmatte eingearbeitet. (siehe **Abbildung 1**)

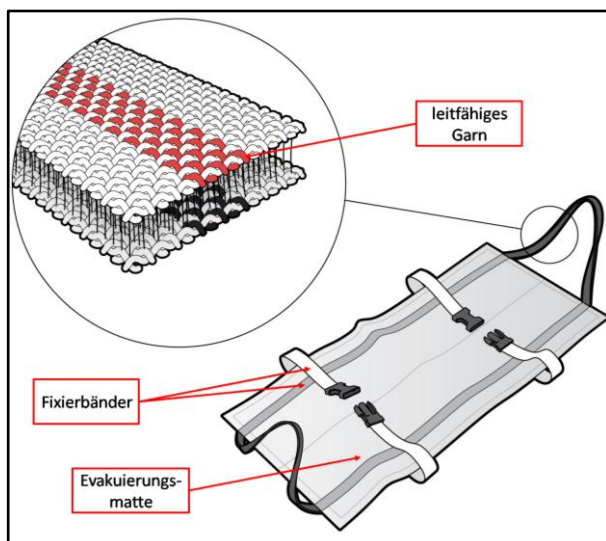


Abbildung 1: Funktionalisierte Evakuierungsmatte

Das kapazitive Sensorprinzip bildet die Kapazität zwischen zwei Platten wie bei einem Plattenkondensator ab. Durch Variation des Plattenabstandes d ergibt sich eine messbare Kapazitätsänderung. Wenn die Änderung durch Druckeinwirkung hervorgerufen wird, kann diese wiederum mit der Kapazitätsänderung gleichgesetzt werden. Neben dem Plattenabstand ist die Kapazität von der Plattenfläche A und dem relativen Permittivität des Dielektrikums ϵ , das sich zwischen den Platten befindet abhängig (siehe Abbildung 2). Die Platten müssen sehr gut isoliert sein, da die Messung sehr feuchtigkeits- und staubempfindlich ist. Die Umsetzung dieses Prinzips als textile Lösung wirft viele Fragen bzgl. der Dauerbelastung und Elastizität auf, was die Geweearchitektur und –verhalten unter den mechanischen Anforderungen angeht.

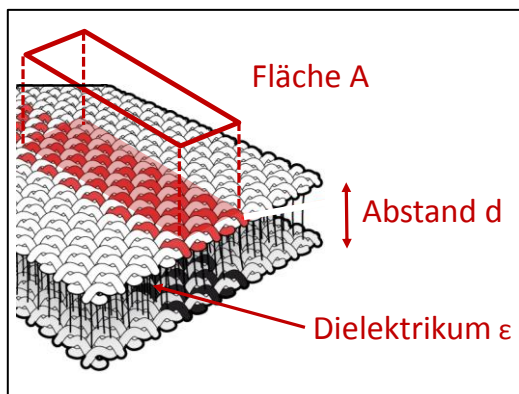


Abbildung 2: Prinzip des textilbasierten Drucksensors

Lösung

Für die Funktionalisierung von Evakuierungsmatten ist es notwendig, leitfähige Garne für die Verarbeitung von 3D-Bandgewebe zu verarbeiten. Die Verarbeitung elektrisch leitender Garne in 3D-Bandwebmaschinen führt jedoch einerseits zur Minderung der Leitfähigkeit und andererseits zu Beschädigungen der Fadenleitorgane. Bislang existieren lediglich manuelle Fertigungsverfahren,

da die Verarbeitung elektrisch leitender Fäden zu Beschädigung der Fadenleitorgane der 3D-Bandwebmaschine sowie zur Minderung der Leitfähigkeit der leitenden Garne führt. Deshalb wird die Maschinenteknik so weiterentwickelt, dass bereits im Herstellungsprozess Zusatzfunktionen ohne Mehraufwand eingebracht werden können. Eine kontinuierliche Produktionsweise mit einer Geschwindigkeit von 0,1 m/min muss garantiert sein, um die leitfähige Garne verschleißarm zu verarbeiten und ein funktionalisiertes 3D-Bandgewebe herzustellen.

Produkt

Gewebte Flächen entstehen durch die dichte Verkreuzung von zueinander senkrechten Kett- und Schussfäden in Längs- bzw. Querichtung. Senkrecht zu diesen Fadensystemen kann noch ein zusätzlicher Faden - der sogenannte Polfaden - eingearbeitet werden. Die Fadensysteme können sich in unterschiedlicher Reihenfolge verkreuzen. Durch die verschiedenen Arten der Verkreuzung, bezeichnet als Bindung, erhält die textile Fläche unterschiedliche Eigenschaften. Durch die Einarbeitung von Polfäden entsteht eine dreidimensionale Struktur (3D-Bandgewebe). Diese kann durch spezielle Gewebekonstruktion an verschiedene Zwecke angepasst werden. Somit erstreckt sich die Anwendung von Bandgeweben über verschiedene Einsatzgebiete: Lasttragende Gurte, Mullbinden oder Etiketten sind ausgewählte Produktbeispiele. Die Funktionalisierung von Bandgeweben durch die Kombination ihrer mechanischen Eigenschaften mit elektrischen oder sensorischen Funktionen eröffnet weitere Perspektiven.

Entwurf und Visualisierung

Mit Hilfe des Entwurfes und der Visualisierung (**Abbildung 3**), wird die Gewebearchitektur bereits vor der Herstellung auf das

Einsatzverhalten als Drucksensor geprüft werden und zum anderen kann der Einfluss des leitfähigen Materials auf die Eigenschaften des 3D-Gewebes beurteilt werden. Neben der Visualisierung am Computer werden ausgewählte Entwürfe mit einem 3D-Drucker produziert um schnell einen ersten Prototypen beurteilen zu können.

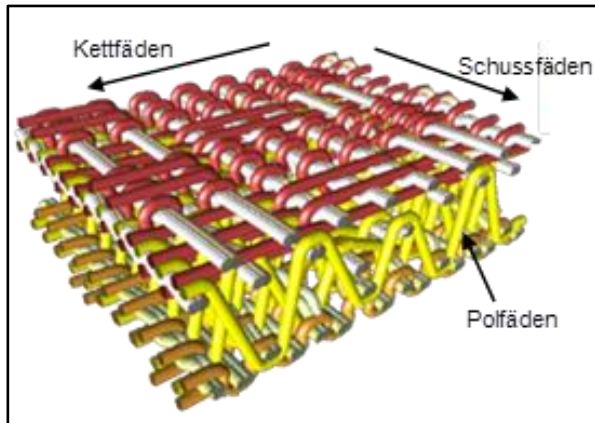


Abbildung 3: Aufbau eines 3D - Bandgewebes

Tribologiestand

Während des Webprozesses stehen die Garne mit mehreren Webmaschinenelementen in Kontakt (Bremsen, Umlenkrollen, Litzen, Riet). Die dabei auftretende Reibung beeinflusst nicht nur den Webprozess sondern auch die Garnqualität. Daher werden einzelne Fäden der potentiell einzusetzenden Materialien am Tribologieprüfstand untersucht.

Mit Hilfe des Tribologieprüfstands (**Abbildung 4**) kann der Reibungskoeffizient spannungsabhängig, winkelabhängig und geschwindigkeitsabhängig gemessen werden. Der Prüfstand ermöglicht somit den Vergleich von Garnen, Webmaschinenkomponenten und von Avivagen.

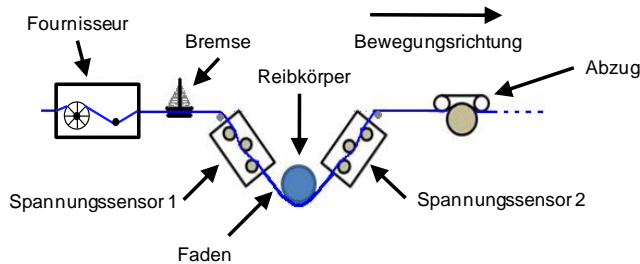


Abbildung 4: ITA Tribologieprüfstand

Daraufhin werden die fadenführenden Elemente angepasst. So wird z.B. eine geeignete Oberfläche (Aluminium, Keramik, etc.) der Umlenkrollen oder die Litzengeometrie für das leitfähige Material bestimmt, die den Abrieb minimieren.

Herstellung

Das Einbringen von leitfähigen Garnen beinhaltet zum einen die verschleißarme Verarbeitung auf der Maschinenseite und zum anderen eine geringe Beeinträchtigung der Leitfähigkeit durch die maschinelle Verarbeitung der Garne. Die Beeinträchtigung der Leitfähigkeit geschieht durch Verlust der leitfähigen Schichtung der Garne durch Reibung. Reibung führt zu Beschädigungen der Garne und zu einem Anstieg der Fadenspannung. Diese beiden Faktoren können dazu führen, dass das Garn reißt.

Es werden Produktionsparameter wie Rietfeinheit, Litzengeometrie, Umlenkradien und Durchmesser der Walzen, Fadenlieferwerk, Abzug/ Aufwicklung und Fadenspannung der Webmaschine angepasst.

Dazu wird in Abhängigkeit der Modifikationen der Webmaschine zunächst entweder ein Kettbaum erstellt oder - falls vom Gatter gewebt werden sollte - die benötigte Fadenlänge auf Gatterspulen umgespult. Die Elemente der Webmaschine (Riet, Gatter mit Kett- und Polfäden, Hinterriet, Schusspulen, Schäfte, Warenabzug, Greifernadeln, Schussfadenbremsen, Schussfadenbremsen Spannungrohre Produktionsrichtung Faden-

leitelemente, etc.) werden umgerüstet (Abbildung 5).

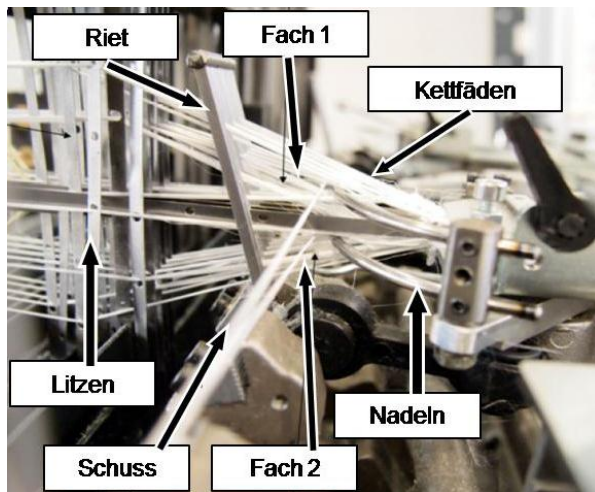
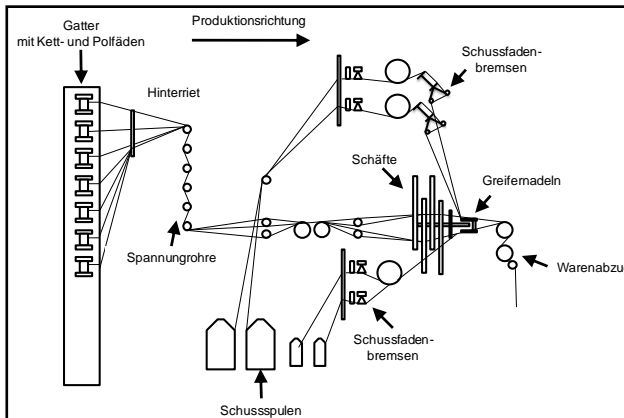


Abbildung 5: Prinzipskizze einer Samtbandwebmaschine

Bei einer zu hohen Polfadenspannung kann das Gewebe so stark zusammengezogen werden, dass die gewünschte Funktionalität des Gewebes nicht gewährleistet werden kann. Bei einer zu gering eingestellten Polfadenspannung besteht die Möglichkeit, dass sich der Schussfaden in den losen Polfäden verfängt. Dies führt zu einem instabilen Webprozess. Des Weiteren wird die Webmaschine beim Anweben auf die höchstmögliche Drehzahl eingestellt, um die maximale Produktivität zu gewährleisten. Zu hohe Drehzahlen können aufgrund der dynamischen Belastung der Fäden zu Fadenbrüchen führen. Fadenbrüche bewirken Maschinenstill-

stände und Fehler im Gewebe, die für eine Serienproduktion zu vermeiden sind.

Zusammenfassung

Bei der Entwicklung von 3D-Smart Textiles steht nicht nur die Produktentwicklung im Vordergrund sondern auch gleichzeitig der zu etablierende automatisierte und wirtschaftliche Fertigungsprozess des Bandwebens. Für die Vermarktung von funktionalisierten, textilen Anwendungen ist eine Produktqualität zu gewährleisten, jedoch mit der Bedingung eines kontinuierlichen Fertigungsprozesses.

Danksagung

Das Projekt „KoSTBar“, Förderungskennzeichen 16SV5853 wurde über den Drittmittelgeber VDI/VDE-IT vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dieses Projekt wird in Kooperation mit dem Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University, dem Bandgewebehersteller AMOHR Technische Textilien GmbH, Wuppertal und dem Elektronikhersteller Martin Elektrotechnik GmbH, Bad Brückenau durchgeführt.